

**EFEITO DO SISTEMA FOTOINICIADOR EM ADESIVOS
UNIVERSAIS NAS PROPRIEDADES ADESIVAS À DENTINA
RADICULAR**

Roberta Furtado Carvalho

2018

Roberta Furtado Carvalho

**EFEITO DO SISTEMA FOTOINICIADOR EM ADESIVOS
UNIVERSAIS NAS PROPRIEDADES ADESIVAS À DENTINA
RADICULAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade CEUMA para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Odontologia Integrada.

Orientadora: Prof. Dr^a. Viviane Hass

Co-orientador: Prof. Dr. Matheus Bandéca

São Luís
2018

Nome: Roberta Furtado Carvalho

Título: Efeito do sistema fotoiniciador em adesivos universais nas propriedades adesivas à dentina radicular

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade CEUMA para obtenção do título de Mestre em Odontologia

Aprovada em: /_/_/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Viviane Hass

Instituição: Universidade Ceuma

Assinatura: _____

Prof.(a) Dr(a): _____

Instituição _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a): _____

Instituição _____

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

À minha avó, Maria Gomes de Carvalho (*in memoriam*), um exemplo de pilar implacável, torcedora de todos os momentos e, com certeza muito orgulhosa por mais essa vitória.

Aos meus pais, Clóvis e Oneide, que dignamente me ensinaram a importância da família e o caminho da persistência. Pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, principalmente nos de incerteza. Desejo poder ter sido merecedora do esforço dedicado por vocês em todos os aspectos, especialmente quanto à minha formação.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida e de todos que amo, pelas oportunidades que sempre me deu, pela força para suportar todas as provas.

Aos meus pais, Clóvis e Oneide, que são a razão de tudo, são o motivo para enfrentar todos os obstáculos e nunca desistir. Os quais são os grandes vencedores em todas as minhas conquistas, e que são os alicerces e a razão de tudo na minha vida. Obrigada por todas as vezes que saíram cansados e voltaram exaustos para que nunca faltasse nada. Vocês são a inspiração para enfrentar todos os desafios. Minha eterna gratidão!

Aos meus irmãos, que mesmo de longe sempre torceram por mim e sempre dão um jeito de me fazer rir e de me fazer sentir perto de casa. Flávia e Hugo, vocês são os melhores. Vocês são meus amores. Vocês são amor! À Ana Liz a nova integrante da família, que veio para alegrar nossas vidas e espalhar mais e mais amor. A dinda te ama e vai te proteger sempre.

À minha avó, Maria José, a quem serei eternamente grata por toda torcida e preocupação em relação a mim. Quem faz a melhor banana frita e o melhor omelete. Vózinha, a senhora ainda vai me ver doutora. Obrigada pela melhor mãe que eu podia ter, Vózinha.

Ao meu avô, Roberto Pastora, que me deu vários sustos durante o curso, mas que hoje está firme e forte. Obrigada por ter me dado o melhor pai do mundo, vô.

Ao Renato, meu companheiro, grande incentivador, por todas as vezes que não me deixou pensar em desistir, por todas as vezes que me deu forças, meu muito obrigada!

Aos tios Ná, Clóris, Francisco e Roberto, por serem os melhores tios, incentivadores, torcedores, telespectadores. Pelas mensagens, ligações e/ou visitas. Por um almoço, uma viagem, um encontro. Por serem simplesmente amados e merecerem minha profunda admiração, amor e gratidão.

À minha família, que sempre torceu por mim, sempre vibrou com as minhas vitórias, sempre me cobriu de amor e incentivo! Obrigada por entenderem minhas ausências, mas sempre me amarem incondicionalmente!

À família de Renato, também minha família, obrigada pela torcida, pelo incentivo, pelos encontros, pela conversa jogada fora, pelas risadas, pelos conselhos... muito obrigada!

À Gigi e Gabito, pelo amor gratuito e puro, pelo amor dado e recebido. Vocês, sem nem saber, foram a fuga, o riso no momento certo, a brincadeira na hora da aflição, o passeio para espairecer, o abraço para confortar e uma parte que me fazia acalmar. Tia Bé ama vocês.

À minha cachorrinha... SIM, à minha cachorrinha, que foi minha válvula de escape no último ano, que Deus colocou na minha vida no momento certo, que a projetou milimetricamente para me fazer feliz. Tem gente que não entende o quanto ela significa para mim, mas ela entende!

Aos meus amigos, que souberam compreender as razões do meu recolhimento para realizar esse projeto, pelas palavras de encorajamento e amor.

Aos colegas de curso, que dividiram as angústias, os medos e os problemas. Pela ajuda mútua, pelo encorajamento coletivo, pelas risadas mesmo quando estávamos exaustos, pelas piadas quando tudo parecia dar errado, meu muitíssimo obrigada! Meu Agradecimento em especial à Ana Carla, Ana Julia e Alessandra. Obrigada por sempre me fazerem sorrir quando eu mais me desesperei, pelas palavras de apoio ou pelo simples prazer da companhia.

À minha orientadora, pela vontade infinita de que esse projeto fosse realizado, pela busca incessante do novo, pela dedicação à docência, por ser referência de pesquisadora, minha enorme admiração e meu eterno obrigada.

Aos demais professores desse programa, pelo incentivo à pesquisa. Más principalmente aos que me ajudaram na realização deste trabalho, me dando suporte técnico e palavras de apoio quando precisei: Prof^a. Ceci, Prof^a. Suelen, Prof. Andres, Prof^a. Fabiana, meu muito obrigada e minha gratidão infinita. Orgulho de poder contar com a ajuda de cada um. Vocês são inspirações.

À toda equipe da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, pelo apoio. Em especial ao pessoal do PPGO que abriu a porta quando precisei de ajuda. Prof. Bauer e Edy, muito obrigada.

À equipe da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, pelo suporte técnico e disponibilidade para ajudar no projeto.

À FAPEMA, instituição que financiou o meu curso e permitiu fazer parte da pequena porcentagem de brasileiros que conseguem alcançar o nível de mestre. Obrigada! Que o trabalho de vocês continue incentivando a pesquisa e permitindo que mais pessoas realizem o sonho de poder ESTUDAR!

À Erymonica, por estar sempre pronta a ajudar. Pelas conversas de todos os módulos ou todas as quintas, pela pessoa doce e amiga. Obrigada, Jovem! Temos mais três anos pela frente.

Aos meus pacientes que entenderam minhas ausências e tiveram muita paciência ao longo desse tempo. Obrigada. Espero que tenham paciência por mais três anos.

A todos que entenderam minhas ausências, meus dias de estresse, meus choros, meus desesperos, meus dias negativos, meu pior lado: **TODO O MÉRITO DESTA CONQUISTA!**

“Se enxerguei mais longe, foi porque
estava sobre os ombros de gigantes.”

(Isaac Newton)

RESUMO

TÍTULO: Efeito do sistema fotoiniciador em adesivos universais nas propriedades adesivas à dentina radicular.

Introdução: Cimentação de pinos de fibra de vidro é uma alternativa conservadora e estética para dentes tratados endodonticamente, porém a visibilidade reduzida, dificuldade de controle da umidade e de evaporação de solventes, assim como transmissão da luz durante fotopolimerização são os prováveis motivos da reduzida adesão na região apical. **Objetivos:** Avaliar diferentes sistemas fotoiniciadores em adesivos universais nas propriedades adesivas à dentina radicular, através dos testes de resistência de união, nanoinfiltração e grau de conversão na camada híbrida. **Materiais e métodos:** 60 prés-molares humanos hígidos foram tratados endodonticamente, os condutos foram preparados para cimentação, utilizando dois adesivos universais contendo sistema fotoiniciador canforoquinona/amina (Ambar Universal e Scotchbond Universal) e um contendo sistema fotoiniciador APS (Ambar Universal APS) nas estratégias adesivas convencional e autocondicionante. Após a cimentação, os dentes foram seccionados em fatias e submetidos à análise da resistência de união por *push out*, grau de conversão *in situ* por espectroscopia micro-Raman e nanoinfiltração por microscopia eletrônica de varredura. **Resultados:** Para todas as propriedades avaliadas, maiores valores foram encontrados no terço cervical ($p=0,00000$) e não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos nesse

terço ($p > 0,05$). Ambar e Scotchbond Universal apresentaram menores valores no terço apical quando comparados com o Ambar Universal APS que não apresentou diferença significativa entre os terços ($p > 0,05$). **Conclusão:** O uso do sistema fotoiniciador APS no sistema adesivo universal parece ser uma alternativa interessante na adesão à dentina radicular, uma vez que demonstrou uma melhora das propriedades adesivas no terço apical.

Palavras-chave: Polimerização; Adesivos dentinários; Espectroscopia Raman.

ABSTRACT

TITLE: Effect of the photoinitiator system on universal adhesive in bonding properties on radicular dentin.

Introduction: Fiberglass posts are usual alternative for rehabilitation endodontically treated teeth. Difficulties such as humidity control, solvent evaporation and reduced radiante exposure into the root canal can impair an adequate polymerization of adhesive system, and maybe the reasons for the lowest bonding performance in the apical third. **Objectives:** This study evaluated different types of photoinitiator systems contained in universal adhesive systems on bonding properties in the radicular dentin, using push out bond strength, nanoleakage by scanning electronic microscopy and the degree of conversion within the hybrid layer using micro-Raman spectroscopy.

Material and methods: Sixty human premolars were used. The root canals were endodontically treated and two universal adhesive systems containing camphorquinone/amine photoinitiator system (Ambar Universal and Scotchbond Universal) and one universal system containing an alternative photoinitiator system APS (Ambar Universal APS) were applied in total-etching and self-etching strategies. Fiberglass posts were luting cemented and the teeth were sectioned and analyzed the push out bond strength, nanoleakage and the degree of conversion within the hybrid layer.

Results: For all evaluated properties, best values were obtained in the cervical third ($p=0.00000$), and there was no statistically significant

difference among the adhesive systems in this third ($p>0.05$). Ambar Universal and Scotchbond Universal showed worst values in the apical third, instead of Ambar APS that did not show difference among the radicular thirds ($p>0.05$). **Conclusion:** The APS photoinitiator system contained in universal adhesive system provided a similar performance for all the radicular thirds, and seems as an interesting alternative in the bonding procedure for radicular dentin.

Keywords: Polymerization; Dentin-Bonding Agents; Spectrum Analysis Raman.

LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 -	Sistemas adesivos, lotes, composição e modo de aplicação.....	45
Tabela 2 -	Médias e desvios-padrões da Resistência de União (MPa) por <i>push out</i> , para todos os grupos experimentais	46
Tabela 3 -	Médias e desvios-padrões da Nanoinfiltração (%) para todos os grupos experimentais	46
Tabela 4 -	Médias e desvios-padrões do grau de conversão (%) para todos os grupos experimentais	47
Figura 1 -	Fotomicrografias representativas obtidas por MEV em modo de elétrons retroespalhados das interfaces resina-dentina dos grupos experimentais (1000X)	48

SUMÁRIO

CÁPITULO 1	17
RESUMO	18
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAIS E MÉTODOS	22
2.1 Seleção dos dentes	22
2.2 Preparo dos dentes.....	22
2.3 Tratamento endodôntico	22
2.4 Preparo do canal radicular para cimentação do pino	23
2.5 Desenho experimental e procedimento adesivo	23
2.6 Cimentação dos pinos	25
2.7 Preparo dos espécimes para os diferentes testes	25
2.8 Análise da Resistência de União (RU) através do teste de <i>push-out</i>	26
2.9 Análise do padrão de fratura	27
2.10 Análise na Nanoinfiltração (NI) em microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	27
2.11 Análise do Grau de Conversão (GC) <i>in situ</i> por espectroscopia Micro-Ram	28
2.12 Análise estatística	29
3. RESULTADOS	29
3.1 Resistência de União (RU) por <i>push out</i>	29
3.2 Nanoinfiltração (NI) por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	30
3.3 Grau de conversão (GC) <i>in situ</i> na camada híbrida por espectroscopia Micro-Raman	30
4. DISCUSSÃO	31

5. CONCLUSÃO	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS	38
7. ANEXOS	49

CAPÍTULO 1

RESUMO

TÍTULO: Efeito do sistema fotoiniciador em adesivos universais nas propriedades adesivas à dentina radicular.

Introdução: Cimentação de pinos de fibra de vidro é uma alternativa conservadora e estética para dentes tratados endodonticamente, porém a visibilidade reduzida, dificuldade de controle da umidade e de evaporação de solventes, assim como transmissão da luz durante fotopolimerização são os prováveis motivos da reduzida adesão na região apical. **Objetivos:** Avaliar diferentes sistemas fotoiniciadores em adesivos universais nas propriedades adesivas à dentina radicular, através dos testes de resistência de união, nanoinfiltração e grau de conversão na camada híbrida. **Materiais e métodos:** 60 prés-molares humanos hígidos foram tratados endodonticamente, os condutos foram preparados para cimentação, utilizando dois adesivos universais contendo sistema fotoiniciador canforoquinona/amina (Ambar Universal e Scotchbond Universal) e um contendo sistema fotoiniciador APS (Ambar Universal APS) nas estratégias adesivas convencional e autocondicionante. Após a cimentação, os dentes foram seccionados em fatias e submetidos à análise da resistência de união por *push out*, grau de conversão *in situ* por espectroscopia micro-Raman e nanoinfiltração por microscopia eletrônica de varredura. **Resultados:** Para todas as propriedades avaliadas, maiores valores foram encontrados no terço cervical ($p=0,00000$) e não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos nesse

terço ($p>0,05$). Ambar e Scotchbond Universal apresentaram menores valores no terço apical quando comparados com o Ambar Universal APS que não apresentou diferença significativa entre os terços ($p>0,05$). **Conclusão:** O uso do sistema fotoiniciador APS no sistema adesivo universal parece ser uma alternativa interessante na adesão à dentina radicular, uma vez que demonstrou uma melhora das propriedades adesivas no terço apical.

Palavras-chave: Polimerização; Adesivos dentinários; Espectroscopia Raman.

1. INTRODUÇÃO

A cimentação de pinos de fibra de vidro (PFV) é uma escolha cada vez mais popular pelos clínicos para reabilitação de dentes tratados endodonticamente e com perda de estrutura coronária. Vantagens como módulo de elasticidade semelhante à dentina, propriedades estéticas e baixo risco à fratura ^{1,2}, contribuem para a popularização desses materiais.

O sucesso da cimentação depende da estabilidade da adesão ao substrato dental ^{3, 4}, e para isso é necessária a infiltração de monômeros resinosos nos tecidos dentários e uma eficiente polimerização do adesivo ⁵⁻⁸. Contudo, em dentina radicular variáveis histológicas no terço apical ⁹, maior fator C de configuração cavitária no interior do conduto ¹⁰ afetam negativamente a adesão nesse substrato ¹¹. O reduzido acesso ao terço apical dificulta o controle de umidade e a evaporação de solventes do sistema adesivo, que são pré-requisitos fundamentais para uma eficiente polimerização ^{12, 13}. Além disso, menor quantidade de irradiância durante fotopolimerização atinge o terço apical, resultando em menor grau de conversão nessa região ¹⁴. Então, todos esses fatores somados, contribuem para uma baixa performance adesiva, tornando desafiadora a adesão à dentina radicular.

A fotopolimerização de materiais resinosos ocorre pela conversão de monômeros em polímeros, e a canforoquinona (CQ) é o fotoiniciador mais utilizado em Odontologia ¹⁵. Essa reação ocorre com absorção direta da luz pelo fotoiniciador (no caso a CQ), e co-

iniciadores (geralmente uma amina terciária) que não absorve luz, mas interagem ativando o fotoiniciador para gerar radicais livres e iniciar a fotopolimerização ¹⁶.

Contudo, a canforoquinona é uma molécula hidrofóbica, ao contrário dos sistemas adesivos que apresentam componentes hidrofílicos necessários para interação com o substrato dental ¹⁷. Além disso, a maior umidade presente no terço apical, bem como a dificultada evaporação de solventes poderiam prejudicar ainda mais o mecanismo de ação do sistema fotoiniciador, mas infelizmente, isso não foi ainda investigado. Dessa forma, parece lógico investigar sistemas fotoiniciadores mais hidrofílicos contido em adesivos, na tentativa de melhorar a polimerização no terço apical e assim aumentar a performance adesiva à dentina radicular.

Assim, esse estudo avaliou o uso de sistemas adesivos universais com diferentes sistemas fotoiniciadores nas propriedades adesivas à dentina radicular, especificamente a resistência de união (RU) por *push out*, a nanoinfiltração (NI) e o grau de conversão (GC) dentro da camada híbrida. As hipóteses nulas testadas foram que não haveria diferença: entre os sistemas adesivos universais contendo diferentes sistemas fotoiniciadores (1), entre as diferentes estratégias adesivas

- convencional e autocondicionante (2) e entre os diferentes terços radiculares (3), nas propriedades adesivas avaliadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Seleção dos dentes

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local, sob parecer de número 2.408.873.

60 pré-molares humanos, livres de cárie, extraídos com indicação odontológica, isentos de dilacerações radiculares, de tratamento endodôntico e com ápice completamente formado foram utilizados. Os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), desinfetados em cloramina T 0,5% e armazenados em água destilada à 37° C, até seu uso.

2.2 Preparo dos dentes

Para remoção das coroas os dentes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo, abaixo da Junção Cimento-Esmalte (JCE), com auxílio de um disco diamantado, montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler™, Lake Bluff, IL, EUA), a 300 rotações por minuto (RPM), sob refrigeração constante e o comprimento da raiz foi padronizado em 14 mm.

2.3 Tratamento endodôntico

Os canais radiculares foram preparados 1 mm aquém do ápice utilizando o sistema Reciproc R40 com motor elétrico VDW Silver (VDW Silver, Munique, Alemanha) e irrigação com 1 mL de hipoclorito de sódio a 2,5%. A *smear layer* foi removida com 1 mL de EDT 17% por 3 min e posteriormente o canal foi irrigado com soro fisiológico. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente

R40 (VDW Silver, Munique, Alemanha) até que as pontas saíssem secas do canal.

Todas as raízes foram obturadas com cone de guta-percha R40 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) na técnica do cone único e o cimento obturador AH Plus (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) manipulado segundo as recomendações do fabricante. O excesso extra-radicular do cone foi cortado com compactador de Paiva aquecido e realizada condensação vertical. As entradas dos condutos foram seladas com cimento de ionômero de vidro (CIV) Maxxion R (FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC).

2.4 Preparo do canal radicular para cimentação do pino

Após 7 dias de armazenamento em água destilada a 37° C, o CIV foi removido e realizado o preparo dos condutos para fixação do pino intrarradicular (White Post DC nº 2, FGM). O preparo dos canais foi realizado inicialmente com brocas gates giddlen #2 e #3 e com auxílio de brocas de preparos indicadas pelo fabricante dos pinos, adaptadas em um aparelho de baixa rotação. O comprimento de trabalho para cimentação dos pinos foi de 10 mm para todos os dentes, respeitando um limite apical do material obturador de 3 mm. A cada 5 dentes preparados com as brocas indicadas pelo fabricante, estas foram substituídas.

2.5 Desenho experimental e procedimento adesivo

As 60 raízes foram aleatoriamente divididas em 6 condições experimentais (n = 10 por grupo. 8 raízes para o teste de *push out*, 1

para o teste de nanoinfiltração e 1 para o teste do grau de conversão) de acordo com combinação das variáveis: (1) Sistema adesivo: Ambar Universal (ABU, FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil); Ambar Universal APS (APS, FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil); Scotchbond Universal Adhesive (SBU, 3M ESPE Oral Care, St. Paul, MN, EUA); vs. (2) Estratégia adesiva: convencional (CONV) e autocondicionante (AUT). As informações dos sistemas adesivos utilizados estão detalhadas na **Tabela 1**.

Antes de iniciar os procedimentos de cimentação, todos os pinos foram padronizados no comprimento de 13 mm cortados transversalmente por meio de um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, Sao Paulo, SP, Brasil) sob refrigeração em água constante, de modo que os 3 mm que ficassem na parte externa da raiz servissem como um guia para a distância do aparelho fotopolimerizador.

Previamente à cimentação, os PFV foram limpos com álcool 70% durante 5 s. Após o preparo com as brocas indicadas pelo fabricante dos pinos, os canais foram limpos com 10 mL de água destilada (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil). A seguir, os canais foram secos com pontas de papel absorvente R40 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) até que os cones saíssem secos do canal. O processo de cimentação dos pinos de PFV foi realizado de acordo com os diferentes grupos experimentais seguindo as recomendações do fabricante (**Tabela 1**).

Para estratégia convencional, os condutos foram condicionados com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM, Joinville, SC, Brasil) por 15 s. O ácido foi lavado com água corrente por 30 s, o conduto foi seco com jato de ar por 5 s e cones de papel absorvente até que estes saíssem secos do canal. Os sistemas adesivos para ambas as estratégias foram aplicados de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes e fotopolimerizados por 20 s usando um aparelho LED de 1000 mW/cm² de intensidade (VALO [Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA]).

2.6 Cimentação dos pinos

O cimento AllCem (FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) foi inserido no interior dos canais radiculares com ajuda de uma seringa Centrix (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os pinos foram inseridos no canal com pressão digital e realizado o procedimento de fotopolimerização por 40 s, de acordo com as respectivas instruções do fabricante.

Após os procedimentos de cimentação, os pinos expostos foram cobertos com CIV (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e todas as raízes foram armazenadas em umidade relativa com água destilada a 37°C durante uma semana.

2.7 Preparo dos espécimes para os diferentes testes

As raízes foram seccionadas perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com o auxílio de um disco diamantado (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) montado em uma máquina de corte

ISOMET 1000 sob refrigeração constante com uma frequência de 300 rpm. As extremidades apical e coronal foram descartadas e obtidas 6 fatias de cada dente, 02 para cada terço: cervical, médio e apical.

2.8 Análise da resistência de união (RU) através do teste de *push-out*

Imagens de ambos os lados (cervical e apical) de cada fatia foram capturadas com um microscópio óptico (Olympus, modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) com um aumento de 30 X. Os diâmetros foram medidos usando o *Software Image J* (National Institute of Health (NIH), Bethesda, Maryland, EUA).

O lado cervical de cada fatia foi colocado em contato com um suporte (Odeme, Joaçaba, SC, Brasil), que foi acoplado à base de uma máquina de ensaio universal (INSTRON Corp, Canton, MA, EUA). O carregamento foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino.

O valor da carga foi registrado em Newtons (N) e foi calculado o valor da resistência de união em MPa dividindo o valor da carga (N) pelo valor da área adesiva (mm²). A área de união (S_L) foi calculada mediante a seguinte fórmula:

$$S_L = \pi(R+r)[(h^2 + (R - r)^2)^{0.5}]$$

Onde:

π = constante 3,1416
R = raio cervical do pino (mm)
r = raio apical do pino (mm)
h = espessura da fatia (mm)

2.9 Análise do padrão de fratura

Após o teste de *push-out*, cada fatia foi analisada em um microscópio óptico (Olympus, model BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) com ampliação de 40X, para classificação dos padrões de fratura: A- fratura mista, B- fratura adesiva entre o cimento resinoso e a dentina radicular, C- fratura adesiva entre o cimento resinoso e o pino de fibra de vidro, D- fratura coesiva de pino de fibra, E- fratura coesiva de cimento resinoso e F- fratura coesiva de dentina radicular.

2.10 Análise da nanoinfiltração (NI) em microscópio eletrônico de varredura (MEV)

As fatias foram submersas em uma solução de nitrato de prata amoniacal 50%, permanecendo por 24 h a 37 °C em ambiente escuro e posteriormente lavadas em água destilada por 2 min. Em seguida, os espécimes foram imersos em uma solução reveladora (Kodak – developer D-76 – Kodak, Brasileira, São José dos Campos, SP, Brasil) e expostos à iluminação fluorescente direta por 8 h.

As fatias foram lavadas abundantemente em água corrente por 2 min, fixadas em uma base metálica (*stub*) e polidas sequencialmente com lixas de carbetto de silício (Sic) # 600, 1200, 1500, 2000, 2500 e 4000 sob irrigação constante. Entre cada granulação de lixa, as fatias foram lavadas em cuba ultrassônica por 10 min.

As fatias foram mantidos em recipientes contendo sílica coloidal por 48 h e desidratados em ambiente contendo sílica e

cobertos com liga metálica ouro/paládio (MED 010, Balzers Union, Balzers, Liechtenstein). Quatro pontos das interfaces foram observados por MEV no modo de elétrons retroespalhados a 15 kV (VEGA 3 TESCAM, Shimadzu, Tóquio, Japão), e posteriormente foram analisadas quantitativamente com o auxílio do software Image J (National Institute of Health (NIH), Bethesda, Maryland, EUA).

2.11 Análise do grau de conversão (GC) *in situ* por espectroscopia micro-Raman.

As fatias de cada grupo experimental foram polidas com lixas de SiC de granulação de #1500 e #2000. Estas foram limpas em cuba ultrassônica por 10 min e analisadas em um equipamento micro-Raman (microscópio XploRA ONETM Raman, HORIBA Scientific, New Jersey, NY, EUA), utilizando um *laser* de diodo de 639 nm através de uma objetiva de 100 X. O sinal de Raman foi adquirido utilizando uma grade de 600-linhas/mm entre 500 e 1800 cm^{-1} , foram utilizados parâmetros a 100 mW, resolução espacial de 3 μm , resolução espectral 5 cm^{-1} , tempo de acumulação de 30 s com 5 coadições. Os espectros foram obtidos na interface dentina-adesivo, em três locais aleatórios (por cada fatia) dentro da camada híbrida, na dentina intertubular-infiltrada de acordo com Hass et al. 2012 ¹⁸. Espectros de adesivos não fotopolimerizados foram tomados como referências. A proporção do conteúdo de ligação dupla ligação carbônica do monômero que foi convertida em polímero no adesivo, foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $\text{GC} (\%) = (1 - [R$

polimerizado / R não polimerizado]) x 100, em que 'R' é a relação da intensidade de picos alifáticos (1639 cm⁻¹) e aromáticos (1609 cm⁻¹) em adesivos polimerizados e não polimerizados.

2.12 Análise Estatística

Foi realizada uma média aritmética para os valores obtidos para cada raiz. Depois foi verificada a normalidade (Teste de Kolmogorov-Smirnov) e determinado a igualdade das variâncias (Teste de Bartlett). Depois, os dados foram analisados por ANOVA 3 (para seguintes fatores independentes: sistema adesivo, estratégia adesiva e terço radicular) e após Teste de Tukey para comparação das médias (alfa=0,05). Todos os cálculos foram realizados com o programa estatístico SPSS® (Statistical Package for the Social Science) versão 17.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA).

3. RESULTADOS

3.1 Resistência de união por teste de *push out*

Os valores da Resistência de União (MPa) por teste de *push out* estão apresentados na **Tabela 2**. A análise de variância detectou que não houve diferença estatisticamente significativa para os fatores principais adesivo e estratégia. Apenas o fator principal terço radicular foi significativo (p<0,0001). Para os adesivos SBU e ABU, os maiores valores encontrados foram para os terços cervical, com uma diminuição para o terço médio, mas essa não foi significativa (p<0,05).

Também para esses adesivos, menores valores foram encontrados no terço apical, especialmente para SBU ($p < 0,05$).

Já para ABU-APS, não houve diferença nos valores de RU para todos os terços, ou seja, não houve redução da resistência de união no terço médio e apical ($p > 0,05$).

3.2 Nanoinfiltração por microscopia eletrônica de varredura

Os valores da Nanoinfiltração (%) estão apresentados na **Tabela 3**, e as fotomicrografias representativas obtidas estão na **Figura 1**. A análise de variância detectou que os fatores adesivo e terço radicular foram estatisticamente significante ($p = 0,000000$). Foi detectada interação entre esses dois fatores principais (adesivo vs. terço radicular) ($p < 0,0001$).

Para os sistemas SBU e ABU, maior NI foi detectada no terço apical, e também no terço médio para SBU na estratégia autocondicionante ($p < 0,0001$). Para esses sistemas, valores intermediários foram encontrados no terço médio, os quais não foram estatisticamente significantes ao terço cervical ($p > 0,05$) exceto para ABU na estratégia convencional ($p < 0,05$).

Ao contrário dos sistemas SBU e ABU, o sistema ABU-APS não apresentou diferença significativa na porcentagem de NI entre os diferentes terços radiculares ($p > 0,05$).

3.3 Grau de conversão *in situ* na camada híbrida por espectroscopia micro-Raman

Os valores do Grau de conversão *in situ* na camada híbrida (%) estão apresentados na **Tabela 4**. Da mesma maneira que para NI,

a análise de variância detectou para o grau de conversão que os fatores principais adesivo e terço radicular foram estatisticamente significantes ($p=0,000000$). Também houve interação entre esses dois fatores (adesivo vs. terço) ($p<0,0001$).

Para todos os sistemas adesivos, os maiores valores do grau de conversão foram encontrados no terço cervical ($p<0,0001$). Para todos os adesivos, o terço médio apresentou valores intermediários, e os menores valores foram encontrados no terço apical ($p<0,0001$), exceto para ABU - APS, o qual não houve diferença entre os terços médio e apical ($p>0,05$).

4. DISCUSSÃO

Este estudo encontrou diferente performance entre os sistemas adesivos aqui testados e entre os terços radiculares, mas não para as diferentes estratégias adesivas, levando a rejeição parcial das hipóteses nulas aqui testadas.

Embora o embricamento mecânico do sistema adesivo ao substrato dentinário após condicionamento ácido ainda permaneça como requisito primário no mecanismo de adesão, a interação e adesão química têm se tornado um mecanismo “chave” para uma adesão eficiente e estável ao longo do tempo ¹⁹. Considerando o conceito de um sistema adesivo universal, onde a performance adesiva não deveria ser afetada pelo modo de aplicação, uma similar eficiência entre as estratégias convencional (Conv) e autocondicionante (AUT), era esperada ²⁰. Todos os sistemas adesivos testados possuem em sua composição a presença de

monômeros fosfatados acídicos, como o 10-MDP, os quais são aptos a promover ligações iônicas ao Cálcio presente na hidroxiapatita, formando sais de Cálcio no formato de nano-camadas na hidroxiapatita ²¹⁻²³. Então, nossos resultados confirmam que ambos os mecanismos (microembricamento mecânico e de interação química) foram hábeis a promover eficiente adesão no substrato dentinário, e então, justificariam os valores estatisticamente semelhantes entre as similares estratégias adesivas utilizadas nesse estudo.

Sabe-se que as propriedades dos materiais resinosos são afetadas pela conversão de monômeros em polímeros, ou seja, o grau de conversão é fator determinante nas propriedades poliméricas ²⁴. Nos sistemas adesivos, um maior grau de conversão está relacionado a um aumento nas propriedades mecânicas ²⁵⁻²⁸, e afeta fortemente a performance adesiva aos substratos dentais ²⁹⁻³¹, como a resistência de união e nanoinfiltração ^{18, 32}. Assim, nossos resultados de grau de conversão suportam os resultados obtidos para as outras propriedades avaliadas no presente estudo.

Dois dos sistemas adesivos universais aqui testados, (Scotchbond Universal e Ambar Universal) apresentam em sua composição como molécula fotoiniciadora a canforoquinona (CQ), e como co-iniciador uma amina terciária. Enquanto que o sistema Ambar APS apresenta em sua composição o sistema foto/coiniciador alternativo APS (Advanced Polymerization System, FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil). Independente do sistema

foto/coincidiador contido nos sistemas adesivos avaliadas, maiores valores de grau de conversão na camada híbrida foram encontrados para o terço cervical. Para esse terço também, não foi detectada diferença entre os sistemas adesivos avaliados. Ou seja, ambos os sistemas CQ/amina e APS apresentaram maior e similar grau de polimerização para o terço cervical. Para todos os sistemas houve uma redução significativa desse valor em terço médio, sendo que para o sistema ABU-APS essa redução foi menor do que para os outros sistemas. Já para o terço apical, os sistemas à base de CQ/amina apresentaram os menores resultados.

Maiores resultados em terço cervical estaria de acordo com investigações prévias ^{13, 14}, e diversos fatores poderiam ter contribuído para isso, entre eles um melhor acesso e visibilidade para controle da umidade e evaporação de solventes previamente à polimerização.

Já para os valores reduzidos de grau de conversão nos terços médio e apical poderiam ser explicados pelo fenômeno contrário. A presença de solvente orgânico e água retidos no interior da camada adesiva interfere na polimerização, pois evita a aproximação entre monômeros reativos pendentes, tornando a reação de ligação cruzada dentro da camada híbrida dificultada ³³⁻³⁵. Assim, ao invés de alcançar a densidade macromolecular ideal de empacotamento, a espinha dorsal do polímero pode ter seu espaço livre aumentado num nível diretamente relacionado com a quantidade de solvente orgânico presente durante a polimerização ³⁶. Isso afetaria as propriedades mecânicas do adesivo ^{26, 35} e conseqüentemente, a resistência de

união à dentina ^{26, 37, 38}. Então, uma mais baixa polimerização do sistema adesivo promoveria camadas híbridas porosas com reduzida capacidade de selamento, conseqüentemente maior nanoinfiltração na camada híbrida ^{28, 39, 40}. Também fatores como a distância do aparelho fotopolimerizador poderia ser especulados, pois sabe-se que a proximidade da incidência de luz ao ponto a ser irradiado é de grande importância para atingir a densidade de potência adequada no processo de fotopolimerização ⁴¹. A maior distância e difícil acesso da luz emitida na embocadura do conduto até o terço apical, poderia promover uma menor quantidade de energia nessa região, e então o co-iniciador amina gerando menos radicais livres requeridos para o processo de polimerização ⁴². Assim, essas poderiam ser as razões pelas quais todos os sistemas adesivos apresentaram melhores resultados em terço cervical com uma redução em terço médio.

Contudo, ao analisarmos o terço apical, curiosamente o sistema ABU-APS não demonstrou redução do grau de conversão, ao contrário dos sistemas ABU e SBU que demonstraram piores resultados no terço apical.

Como previamente mencionado, ABU e SBU tem como sistema fotoiniciador CQ/amina. Todo processo de conversão fotoiniciado é sensível ao iniciador/coiniciador, ao tipo de monômero e meio de reação. A CQ é realmente o fotoiniciador mais utilizado na Odontologia, porém apresenta coloração amarela, ela é relativamente hidrofóbica, ao contrário dos sistemas adesivos com

habilidade autocondicionante, como os universais, que possuem em sua composição monômeros relativamente hidrofílicos e acídicos ²⁹.

Foi previamente demonstrado que a CQ apresenta reduzida capacidade de iniciar o processo de polimerização na presença de monômeros hidrofílicos solúveis em água como o HEMA, presente nesses adesivos, e em condições úmidas ¹⁷. Infelizmente, durante adesão em dentina radicular, o controle na umidade na região apical é limitado, o que poderia acentuar a incompatibilidade do sistema fotoiniciador como o meio, reduzindo a capacidade de polimerização.

A maior distância e difícil acesso da luz emitida na embocadura do conduto até o terço apical, poderia promover uma menor irradiância nessa região, e então o co-iniciador amina poderia gerar menos radicais livres requeridos para o processo de polimerização ⁴². No caso dos grupos que tem como sistema fotoiniciador CQ/amina, o processo de polimerização poderia ser ainda mais afetado, pois a hidrofobicidade da CQ tornaria mais dificultada a compatibilidade e mecanismo de reação do sistema fotoiniciador ²⁹. Provavelmente, essas poderiam ser as possíveis razões para os baixos valores encontrados nos sistemas ABU e SBU no terço apical.

Contudo o sistema ABU-APS obteve maior grau de conversão em relação aos outros adesivos e surpreendentemente, não houve redução significativa das propriedades no terço apical em relação ao terço médio, e isso deve ser visto de forma positiva no que tange à adesão à dentina radicular. Embora apresente similar composição ao

sistema ABU, esse sistema apresenta um sistema fotoiniciador diferente. Ele apresenta o sistema fotopolimerizador APS (FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) que é descrito pelo fabricante como um sistema inovador. De acordo com o fabricante, ele apresenta uma reduzida quantidade de CQ em relação aos sistemas CQ/amina convencionais, pelo uso de diversos co-iniciadores agindo conjuntamente. Acredita-se que dessa maneira é possível reduzir drasticamente a desvantagem do amarelamento promovida pela CQ, bem como reduzir a incompatibilidade à umidade promovida pela hidrofobicidade. Uma menor quantidade de CQ associada à diversos co-iniciadores parece uma alternativa interessante, como previamente investigado usando um sistema fotoiniciador alternativo, conhecido como RAP Technology (Tokuyama, Japão) ⁴³.

Assim, poderíamos especular que semelhante ao sistema RAP, no sistema APS a CQ poderia ser reciclada dentro da reação de polimerização, ou seja, uma molécula de CQ poderia produzir diversos radicais iniciadores (de acordo com o fabricante) pois a ação dos diversos iniciadores agindo conjuntamente potencializariam a ação da CQ ⁴³. Também de acordo com o fabricante, a reduzida quantidade de CQ, que é uma substância cromófora, tornaria esse material menos sensível à exposição da luz ambiente, contribuindo para um aumento da vida útil desse material (FGM, Brasil). Como resultado seria o aumentado grau de conversão, e maior capacidade de polimerização mesmo que em substratos úmidos. De fato, nossos resultados demonstraram alto grau de conversão em terço apical, e

provavelmente as razões para reduzida nanoinfiltração e alta resistência de união nessa região. Realmente, de acordo com os resultados obtidos poderíamos especular que o uso do sistema fotoiniciador APS incluídos em sistema adesivo pareceu ser menos sensível a condições desfavoráveis da dentina radicular.

Infelizmente, ainda permanece não esclarecida a composição desse sistema inovador. E certamente, mais estudos devem ser conduzidos verificando a estabilidade da adesão promovida por esses sistemas ao longo do tempo.

5. CONCLUSÃO

O uso do sistema fotoiniciador APS no sistema adesivo universal mostra-se como uma alternativa interessante na adesão à dentina radicular, uma vez que demonstrou uma melhora das propriedades adesivas no terço apical.

6. REFERÊNCIAS

1. Coelho CS, Biffi JC, Silva GR, Abrahao A, Campos RE, Soares CJ. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. *Dent Mater J.* 2009;28(6):671-8.
2. Torabi K, Fattahi F. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored by different FRC posts: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2009;20(3):282-7.
3. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008;39(2):117-29.
4. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Australian dental journal.* 2011;56 Suppl 1:77-83.
5. Kanca J. III. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence Int.* 1992;23(9):625-7.
6. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent.* 1992 5(4):213-5.
7. Nakabayashi M, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into the substrates. *Journal of Biomedical Materials Research.* 1982 16(3):265-73.
8. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dental Mater.* 2008;24(1):90-101.

9. Mjor IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001;34(5):346-53.
10. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*. 2005;31(8):584-9.
11. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to intraradicular dentin: a review. *J Adhes Sci Technol*. 2009;23(7-8):1053-83.
12. Hayashi M, Ebisu S. Key factors in achieving firm adhesion in post-core restorations. *Jpn Dent Sci Rev*. 2008;44(1):22-8.
13. Cuadros-Sanchez J, Szesz A, Hass V, Patzlaff RT, Reis A, Loguercio AD. Effects of sonic application of adhesive systems on bonding fiber posts to root canals. *J Endod*. 2014;40(8):1201-5.
14. Szesz A, Cuadros-Sanchez J, Hass V, da Cruz GK, Arrais CA, Reis A, et al. Influence of delivered radiant exposure values on bonding of fiber posts to root canals. *J Adhes Dent*. 2015;17(2):181-8.
15. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Dent*. 2000;12(6):300-8.
16. Ogunyinka A, Palin WM, Shortall AC, Marquis PM. Photoinitiation chemistry affects light transmission and degree of conversion of curing experimental dental resin composites. *Dent Mater*. 2007;23(7):807-13.
17. Wang Y, Spencer P, Yao X, Ye Q. Effect of coinitiator and water on the photoreactivity and photopolymerization of

HEMA/camphoquinone-based reactant mixtures. *J Biomater Res Part A*. 2006;78(4):721-8.

18. Hass V, Luque-Martinez I, Sabino NB, Loguercio AD, Reis A. Prolonged exposure times of one-step self-etch adhesives on adhesive properties and durability of dentine bonds. *J Dent*. 2012;40(12):1090-102.

19. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):17-28.

20. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014;42(7):800-7.

21. Perdigao J, Swift EJ, Jr. Universal Adhesives. *J Esthet Rest Dent*. 2015;27(6):331-4.

22. Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S, Nagaoka N, Torii Y, Osaka A, et al. Self-etch monomer-calcium salt deposition on dentin. *J Dent Res*. 2011;90(5):602-6.

23. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, et al. Self-assembled Nano-layering at the Adhesive interface. *J Dent Res*. 2012;91(4):376-81.

24. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29-38.

25. Cadenaro M, Antoniolli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, et al. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur J Oral Sci*. 2005;113(6):525-30.

26. Hass V, Folkuenig MS, Reis A, Loguercio AD. Influence of adhesive properties on resin-dentin bond strength of one-step self-etching adhesives. *J Adhes Dent*. 2011;13(5):417-24.
27. Yiu CK, Pashley EL, Hiraishi N, King NM, Goracci C, Ferrari M, et al. Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Biomaterials*. 2005;26(34):6863-72.
28. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater*. 2006;22(10):973-80.
29. Guo X, Peng Z, Spencer P, Wang Y. Effect of initiator on photopolymerization of acidic, aqueous dental model adhesives. *J Bio Mater Res Part A*. 2009;90(4):1120-7.
30. Loguercio AD, Munoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigao J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *J Dent*. 2015;43(9):1060-70.
31. Reis A, Carrilho M, Breschi L, Loguercio AD. Overview of clinical alternatives to minimize the degradation of the resin-dentin bonds. *Oper Dent*. 2013;38(4):E1-e25.
32. Reis A, Ferreira SQ, Costa TR, Klein-Junior CA, Meier MM, Loguercio AD. Effects of increased exposure times of simplified etch-and-rinse adhesives on the degradation of resin-dentin bonds and quality of the polymer network. *Eur J Oral Sci*. 2010;118(5):502-9.
33. Paul SJ, Leach M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of water

content on the physical properties of model dentine primer and bonding resins. *J Dent.* 1999;27(3):209-14.

34. Ye Q, Spencer P, Wang Y, Misra A. Relationship of solvent to the photopolymerization process, properties, and structure in model dentin adhesives. *J Biomed Mater Res A.* 2007;80(2):342-50.

35. Loguercio AD, Loeblein F, Cherobin T, Ogliari F, Piva E, Reis A. Effect of solvent removal on adhesive properties of simplified etch-and-rinse systems and on bond strengths to dry and wet dentin. *J Adhes Dent.* 2009;11(3):213-9.

36. Cho BH, Dickens SH. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. *Dent Mater.* 2004;20(2):107-15.

37. Takahashi A, Sato Y, Uno S, Pereira PN, Sano H. Effects of mechanical properties of adhesive resins on bond strength to dentin. *Dent Mater.* 2002;18(3):263-8.

38. Reis A, Grandi V, Carlotto L, Bortoli G, Patzlaff R, Rodrigues Accorinte Mde L, et al. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. *J Dent.* 2005;33(7):549-59.

39. Reis AF, Giannini M, Pereira PN. Influence of water-storage time on the sorption and solubility behavior of current adhesives and primer/adhesive mixtures. *Oper Dent.* 2007;32(1):53-9.

40. Sano H. Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin-dentin bonds. *J Dent Res.* 2006;85(1):11-4.

41. Konerding KL, Heyder M, Kranz S, Guellmar A, Voelpel A, Watts DC, et al. Study of energy transfer by different light curing units into a class III restoration as a function of tilt angle and distance, using a MARC Patient Simulator (PS). *Dent Mat.* 2016;32(5):676-86.
42. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997;105(2):97-116.
43. Ilie N, Kreppel I, Durner J. Effect of radical amplified photopolymerization (RAP) in resin-based composites. *Clin Oral Investig.* 2014;18(4):1081-8.

Tabela 1. Sistemas adesivos, lotes, composição e modo de aplicação.

Sistema Adesivo (lote)	Composição	Estratégia de aplicação (*)	
		Auto-condicionante (AUT)	Condicionamento total (CONV)
Ambar Universal APS (ABU-APS) (070817)	10-MDP, Monômeros metacrílicos, composição fotoiniciadora APS, co-iniciadores e estabilizantes, nanopartículas de sílica e etanol.	1. Aplicar duas camadas com um microbrush ativamente por 20 s (10 s cada camada); 2. Secar cuidadosamente com jato de ar durante 10 s; 3. Fotoativação por 10 s.	1. Aplique o ácido por 15 s; 2. Enxague completamente; 3. Remova o excesso de água com jato de ar; 4. Aplique o adesivo igual ao modo autocondicionante.
Ambar Universal (ABU) (200416)	10-MDP, UDMA, HEMA, Monômeros hidrofílicos metacrilatados, Etanol, Água ultra pura, Dióxido de silício silanizado, CQ, Etil 4-dimetilaminobenzoato, Tensoativo, Fluoreto de sódio	1. Aplicar duas camadas com um microbrush ativamente por 20 s (10 s cada camada); 2. Secar cuidadosamente com jato de ar durante 10 s; 3. Fotoativação por 10 s.	1. Aplique o ácido por 15 s; 2. Enxague completamente; 3. Remova o excesso de água com jato de ar; 4. Aplique o adesivo igual ao modo autocondicionante.
Scotchbond Universal (SBU) (1630600505)	10-MDP, HEMA, (BisGMA), Decametileno dimetacrilato, Etanol, Sílica tratada de silano, Água, Copolímero de acrílico e ácido itacônico, CQ, N,N-Dimetilbenzocaína.	1. Aplicar o adesivo ativamente por 20 s e se necessário reaplique o adesivo; 2. Secar cuidadosamente com jato de ar por 5 s, até que o adesivo não se mova e o solvente evapore completamente 3. Fotoativação por 10 s a 1200 mW/cm ² .	1. Aplique o ácido por 15 s; 2. Enxague por 10 s; 3. Remova o excesso de água com jato de ar por 2s; 4. Aplique o adesivo igual ao modo autocondicionante.

*Os materiais foram aplicados de acordo com as recomendações do respectivo fabricante.

APS, Advanced Polymerization System; **HEMA**, 2-Hidroxietyl Metacrilato; **MDP**, Metacriloxidecil dihidrogeno fosfato; **UDMA**, Uretano dimetacrilato; **CQ**, Canforoquinona; **CONV**, Estratégia convencional; **AUT**, Estratégia autocondicionante

Tabela 2. Médias e desvios-padrões da Resistência de União (MPa) por *push out*, para todos os grupos experimentais.

	ABU - APS				ABU				SBU			
	CONV		AUT		CONV		AUT		CONV		AUT	
Cervical	13.56±4.47	a,b	11.89±6.2	b	15.89±2.69	a	13.90±5.51	a	13.40±4.67	a,b	13.55±5.63	a,b
Médio	12.11±5.7	a,b	10.86±3.58	b,c	12.25±6.06	a,b	10.62±2.83	b,c	10.44±4.58	b,c	10.92±4.39	b,c
Apical	13.62±4.7	a	12.24±3.4	a,b	8.19±3.28	b,c	9.16±3.99	b,c	7.48±2.75	c	7.25±2.44	c

*Letras diferente significam diferença estatisticamente significante.

Tabela 3. Médias e desvios-padrões da Nanoinfiltração (%) para todos os grupos experimentais.

	ABU-APS				ABU				SBU			
	CONV		AUT		CONV		AUT		CONV		AUT	
Cervical	7.31±1.25	a	7.23±1.1	a	7.09±1.74	a	6.96±0.94	a	8.27±1.12	a,b	7.73±1.19	a
Médio	8.02±1.71	a,b	6.56±1.64	a	9.96±1.08	b	7.82±2.2	a,b	9.66±1.03	b,c	11.11±1.22	c
Apical	7.93±1.1	a	6.07±1.07	a	11.32±1.62	c	11.07±2.7	c	11.51±1.11	c	12.18±1.6	c

*Letras diferente significam diferença estatisticamente significante

Tabela 4. Médias e desvios-padrões do grau de conversão (%) para todos os grupos experimentais.

	ABU – APS				ABU				SBU			
	CONV		AUT		CONV		AUT		CONV		SE	
Cervical	73.86±2.48	a	78.63±3.90	a	71±10.21	a	73.33±5.62	a	75.42±2.26	a	74.12±2.68	a
Médio	65.22±5.01	b	65.44±6.22	b	56.92±0.47	c	56.43±1.75	c	51.55±9.47	c	59.30±10.52	b,c
Apical	63.27±5.53	b	63.19±5.15	b	45.58±7.77	d	52.96±0.76	c,d	41.90±1.87	d	43.11±5.13	d

*Letras diferente significam diferença estatisticamente significante.

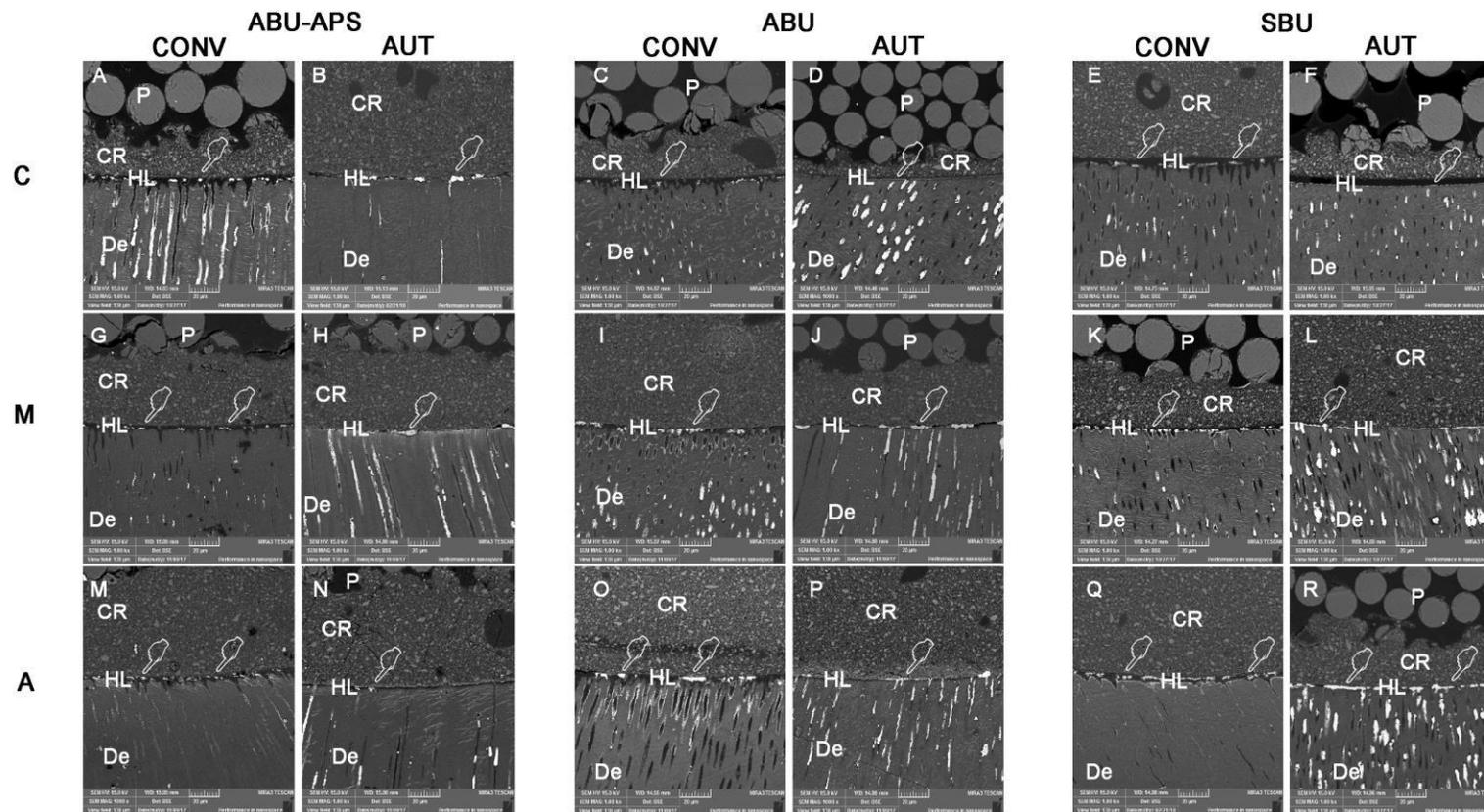


Figura 1. Fotomicrografias representativas obtidas por MEV em modo de elétrons retroespalhados das interfaces resina-dentina dos grupos experimentais (1000X). Maior deposição de nitrato de prata (mão indicadora) foi observado no terço apical para os sistemas adesivos ABU (Figura O, P) e SBU (Figura Q e R), independente da estratégia adesiva utilizada. De forma geral, o adesivo ABU – APS apresentou uma leve infiltração de prata na interface adesiva, especialmente no terço apical (Figura M e N). P: Pino; CR: Cimento resinoso; HL: Camada híbrida; De: Dentina.

ANEXOS

ANEXO 1: METODOLOGIA DETALHADA

MATERIAIS E MÉTODOS

Seleção dos dentes

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa desta Universidade, sob parecer de número 2.408.873 (Anexo 2).

Sessenta pré-molares humanos com comprimento mínimo de raiz de 14 mm, medidos a partir da junção de cimento-esmalte (JCE), livres de cárie, extraídos com indicação odontológica, isentos de dilacerações radiculares, de tratamento prévio do conduto e com ápice completo foram utilizados.

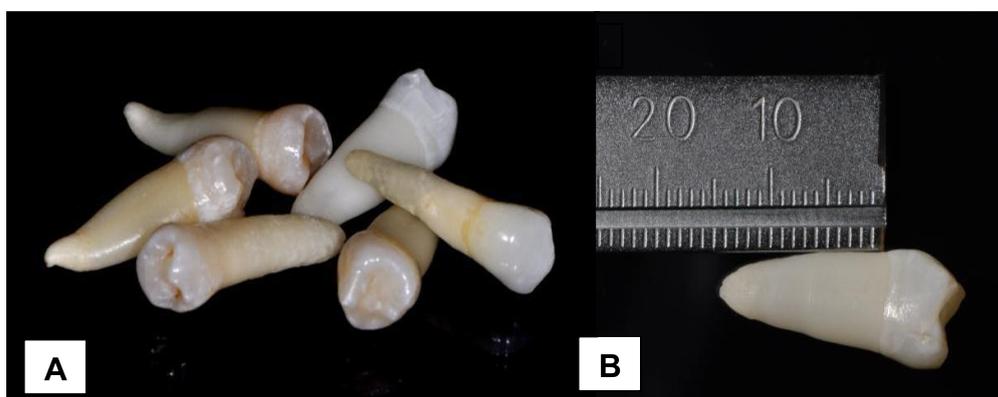


Figura 1: **A-** Dentes pré-molares apresentando as características dos critérios de inclusão; **B-** Mensuração do comprimento da raiz antes do corte da coroa dentária.

Previamente ao estudo, os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), desinfetados em cloramina 0,5% e armazenados em água destilada à temperatura ambiente, até seu uso.

Preparo dos dentes

Para remoção da porção coronária, os dentes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo, abaixo da JCE, com auxílio de um disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler™, Lake Bluff, IL, EUA), em baixa velocidade, sob refrigeração constante com água, de modo a criar acesso ao canal radicular e obter um mesmo comprimento. O comprimento da raiz foi medido com régua milimetrada.

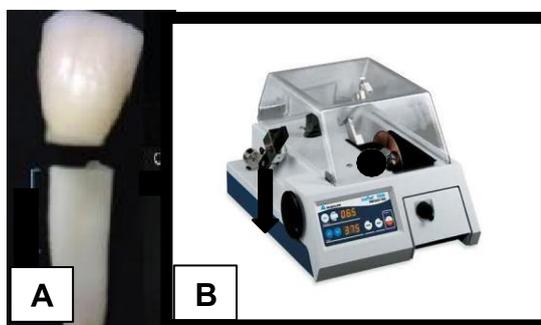


Figura 2: A- Dente sendo seccionado na JCE; B- Máquina de corte.

Tratamento endodôntico

Para determinação do comprimento de trabalho (CT), o canal radicular foi irrigado com hipoclorito de sódio a 2,5% e introduzida uma lima tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até que sua ponta atingisse o forame apical. A partir desse comprimento recuou-se 1mm estabelecendo assim, o CT. A instrumentação do canal radicular foi feita com sistema Reciproc, por meio do motor VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha) utilizando a lima R40. A cada três ciclos de uso do instrumento em

direção apical, o canal radicular foi irrigado com 1mL de hipoclorito de sódio 2,5%. Concluído o preparo biomecânico, o canal foi irrigado com 1 mL de EDTA 17%, o qual permaneceu por 3 min, e irrigado com soro fisiológico. A secagem do canal foi realizada por meio de cones de papel absorvente R40 (VDW GmbH, Munique, Alemanha).

Todas as raízes foram obturadas com cone de guta-percha R40 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) com a técnica do cone único e um cimento obturador à base de resina epóxica (AH Plus, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) manipulado segundo as recomendações do fabricante. O excesso extra-radicular do cone foi cortado com compactador de Paiva aquecido, realizando posteriormente a condensação vertical. Depois foi realizado o vedamento das entradas dos condutos com cimento de ionômero de vidro (CIV) Maxxion R (FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC).



Figura 3: **A-** Motor VDW utilizado para instrumentação dos canais com sistema Reciproc; **B-** Instrumentação do canal com Lima R40; **C-** Prova do cone R40.

Preparo do canal radicular para cimentação do pino

Após 7 dias de armazenamento em água destilada a 37° C, o preparo dos condutos foi realizado para a posterior fixação de um pino intrarradicular cônico nº 2 (White Post DC nº 2 FGM). O preparo dos canais foi realizado inicialmente com brocas gates giddlen #2 e #3 e com auxílio de brocas de preparos indicadas pelo fabricante dos pinos, adaptadas em um aparelho de baixa rotação, para possibilitar a adaptação do pino de fibra de vidro nº 2. O comprimento de trabalho foi de 10 mm para todos os dentes, respeitando um limite apical do material obturador de 3 mm. A cada 5 dentes preparos, as brocas foram substituídas. Todos os preparos foram realizados por um operador calibrado.

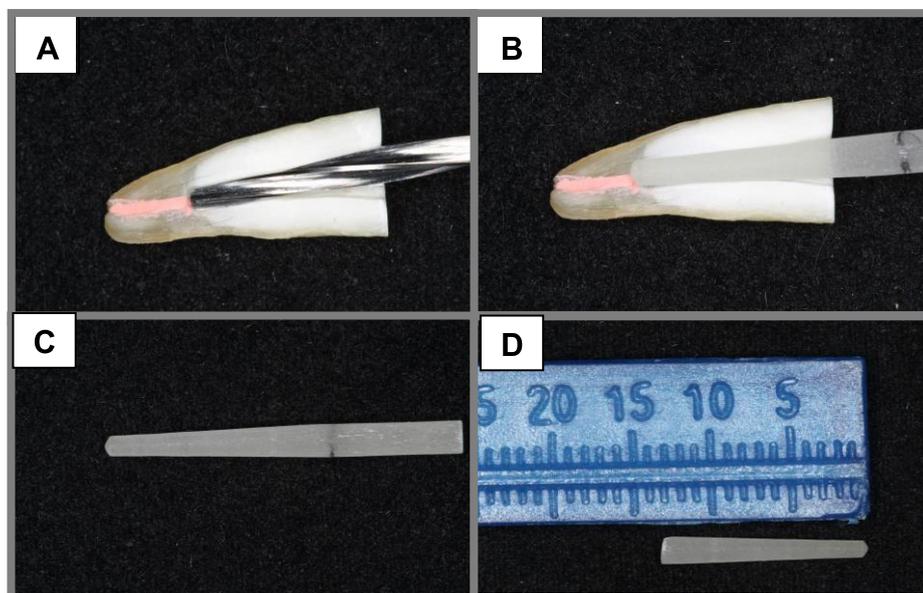


Figura 4: **A-** Preparo mecânico do canal radicular com a broca indicada pelo fabricante; **B-** Prova do pino; **C-** Marcação do comprimento do pino; **D-** Pino cortado em 13mm.

Desenho experimental e procedimento adesivo

As 60 raízes foram aleatoriamente divididas em 6 condições experimentais (n = 10 por grupo. 8 raízes para o teste de *push out*, 1 para o teste de nanoinfiltração e uma para o teste do grau de conversão) de acordo com combinação das variáveis: (1) Sistema adesivo: Ambar Universal (ABU, FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil); Ambar Universal APS (APS, FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil); Scotchbond Universal Adhesive (SBU, 3M ESPE Oral Care, St. Paul, MN, EUA); vs. (2) Estratégia adesiva: convencional (CON) e autocondicionante (AUT). As informações dos sistemas adesivos utilizados estão detalhadas na **Tabela 1**.



Figura 5: Sistemas adesivos utilizados: **A-** Scotchbond Universal (SBU, 3M ESPE Oral Care); **B-** Ambar Universal (ABU, FGM Prod. Odontológicos); **C-** Ambar Universal APS (APS, FGM Prod. Odontológicos)

TÉCNICA CONVENCIONAL (CONV) n=30	TÉCNICA AUTOCONDICIONANTE (AUT) n=30
AMBAR UNIVERSAL (ABU) [n=10]	AMBAR UNIVERSAL (ABU) [n=10]
AMBAR UNIVERSAL APS (ABU-APS) [n=10]	ÂMBAR UNIVERSAL APS (ABU-APS) [n=10]
Scotchbond UNIVERSAL (SBU) [n=10]	Scotchbond UNIVERSAL (SBU) [n=10]

Tabela 1: Grupos experimentais

Antes de iniciar os procedimentos de cimentação, todos os pinos foram seccionados transversalmente, por meio de um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, Sao Paulo, SP, Brasil) sob refrigeração em água constante, resultando em 13 mm de comprimento, de uma maneira que 10 mm do pino atingiram o comprimento de trabalho radicular, e outros 3 mm serviram como um guia para a distância do aparelho fotoativador durante os procedimentos de fotoativação dos espécimes. Desta maneira, além de ser padronizada a distância da fotoativação, foi possível verificar o completo assentamento dos pinos nos condutos preparados (10 mm).

Previamente as cimentações, os pinos de fibra de vidro nº 2 foram limpos com álcool 70% durante 5 s. Após o preparo mecânico, os canais radiculares foram irrigados com 10 mL de água destilada (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil), a seguir, os canais foram secos com pontas de papel absorvente calibre R40 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) até que as pontas saíssem secas do canal. O processo de cimentação dos pinos de fibra de vidro foi realizado de acordo com os diferentes grupos experimentais seguindo as recomendações do fabricante (**Tabela 1**).

Para estratégia convencional, os condutos foram condicionados com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM, Joinville, SC, Brasil) por 15 s. O ácido foi lavado com água corrente por 30 s, o conduto foi seco com jato de ar por 5 s e cones de papel absorvente até que estes saíssem secos do canal. Os sistemas adesivos para

ambas as estratégias foram aplicados de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes e fotopolimerizados por 20 s usando um aparelho LED de 1000 mW/cm² de intensidade (VALO [Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA]).

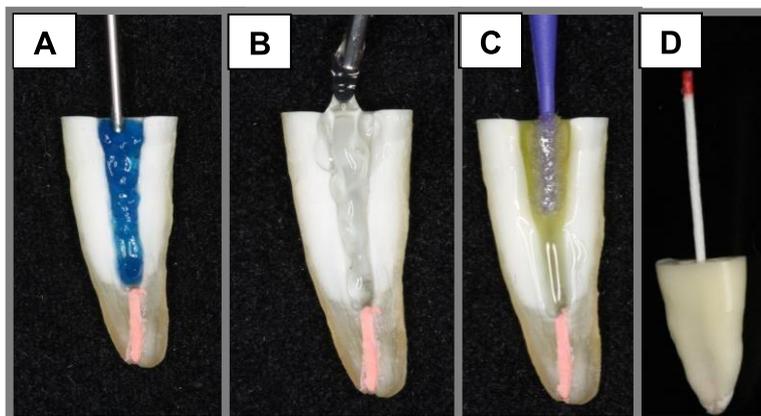


Figura 6: Procedimento adesivo para os grupos da estratégia convencional. **A-** Condicionamento ácido por 15 s; **B-** Lavagem com água por 30 s; **C-** Aplicação do sistema adesivo; **D-** Secagem do conduto com auxílio de pontas de papel absorvente.

Cimentação dos pinos

O cimento AllCem (FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) foi inserido no interior dos canais radiculares com uma seringa Centrix (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os pinos foram inseridos no canal com pressão digital e realizado o procedimento de fotopolimerização por 40 s, de acordo com as respectivas instruções do fabricante.

Após os procedimentos de cimentação, os pinos expostos foram cobertos com CIV (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e todas as raízes foram armazenadas em umidade relativa com água destilada a 37°C durante uma semana.

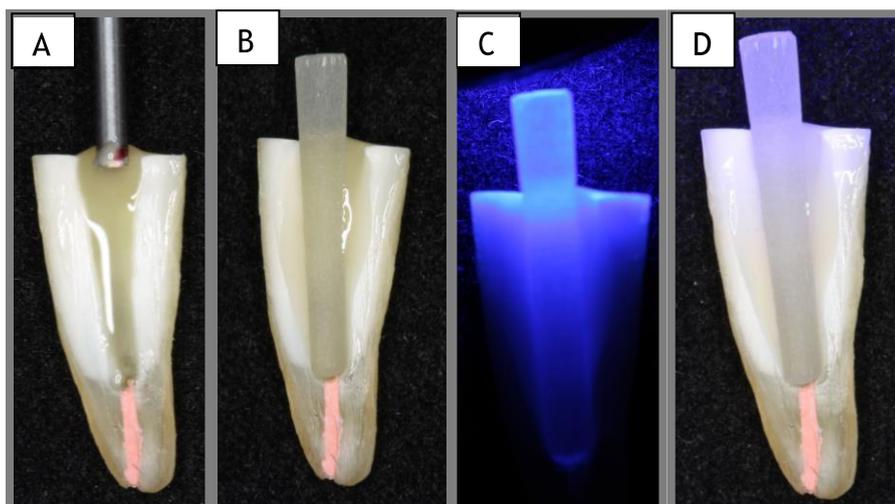


Figura 7: Sequência da cimentação do pino. **A-** Aplicação do cimento dentro do canal radicular; **B-** Cimentação do pino; **C-** Fotoativação do pino dentro do canal; **D-** Pino cimentado.

Preparo dos espécimes para os diferentes testes

As raízes foram seccionadas perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com o auxílio de um disco diamantado (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) montado em uma máquina de corte, sob refrigeração a água com uma frequência de 300 RPM. A primeira fatia coronária de todas as raízes foi descartada, para evitar que o excesso de cimento resinoso naquela região pudesse influenciar os resultados, e a última fatia apical também foi descartada para evitar a presença de cimento endodôntico. De cada raiz, foram obtidas seis fatias as quais foram distribuídas da seguinte forma: terço coronário (duas fatias), terço médio (duas fatias) e terço apical (duas fatias).

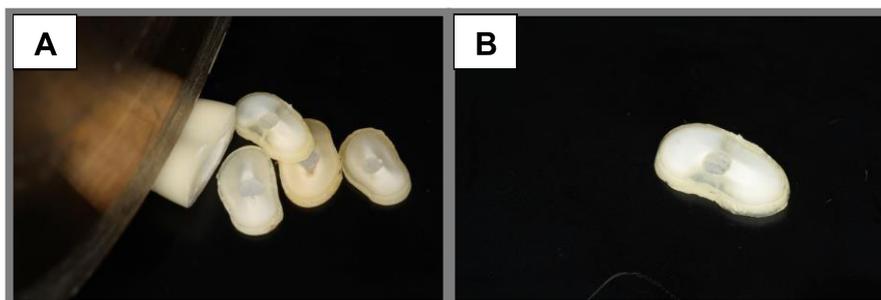


Figura 8: **A** – Seccionamento das fatias com disco diamantado, na maquina de corte ISOMET 1000. **B** – Fatia seccionada

Análise da resistência de união (RU) por teste de *push-out*

Para este teste foram destinadas 8 raízes de cada condição experimental. Previamente ao teste, foram realizadas fotografias dos lados cervical e apical de cada fatia, com um aumento de 30 X, em um microscópio óptico (Olympus, modelo BX 51, Olympus, Tokyo, Japão) com o objetivo de calcular o diâmetro do pino em cada fatia obtida. As mensurações foram feitas com ajuda do *Software Image J* (National Institute of Health (NIH), Bethesda, Maryland, EUA).

Para o teste em questão, cada fatia foi posicionada com o lado cervical para baixo sobre um dispositivo metálico com uma pequena abertura central que coincidia ao nível do pino, de tal forma que a carga exercesse uma força extrusiva constante, no sentido ápico-coronal até que o pino se deslocasse. As pontas metálicas cilíndricas (atuador) correspondiam ao diâmetro do pino para cada terço que estava sendo ensaiado. O atuador foi posicionado no centro de cada fragmento de pino, com o objetivo que a ponta tocasse somente a área do pino no momento de aplicar a carga, sem tensionar as

paredes laterais dos canais radiculares. A máquina de ensaio (INSTRON Corp, Canton, MA, EUA) atuou com uma célula de carga de 50 kg a uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino.

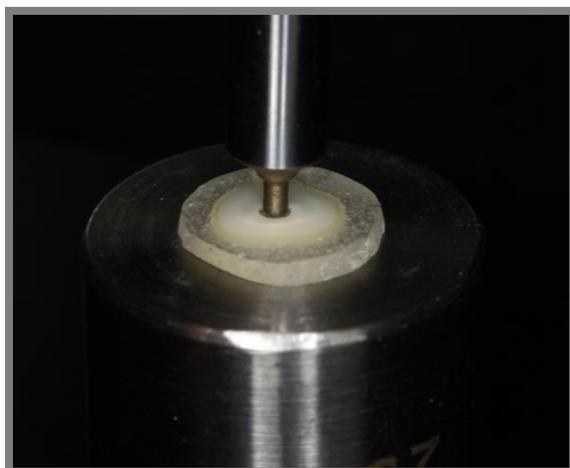


Figura 9: Teste de *Push out* – Atuador e dispositivo mecânico posicionados paralelos ao longo do eixo do pino.

O valor da carga foi registrado em Newtons (N) e foi calculado o valor da resistência de união em MPa dividindo o valor da carga (N) pelo valor da área adesiva (mm²).

A área de união (S_L) foi calculada mediante a fórmula utilizada para a área de superfície lateral de um cone truncado:

$$S_L = \pi(R+r)[(h^2 + (R - r)^2)^{0.5}]$$

Onde:

π = constante 3,1416

R = raio coronário do pino (mm)

r = raio apical do pino (mm)

h = espessura dos corpos de prova (mm).

Análise de padrão de fratura

Após o ensaio de push-out, cada espécime foi analisado em um microscópio óptico (Olympus, model BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) com ampliação de 40X, para classificação dos padrões de fratura: A – fratura mista, B – fratura adesiva entre o cimento resinoso e a dentina radicular, C – fratura adesiva entre o cimento resinoso e o pino de fibra de vidro, D – fratura coesiva de pino de fibra, E – fratura coesiva de cimento resinoso e F – fratura coesiva de dentina radicular.

Análise da nanoinfiltração (NI) em microscópio eletrônico de varredura (MEV)

Uma raiz de cada grupo experimental foi usada para avaliação da nanoinfiltração dentro da camada híbrida. As fatias dessa raiz foram submersas em uma solução de nitrato de prata amoniacal 50%, permanecendo por 24 h a 37 °C, em ambiente escuro e posteriormente lavadas em água destilada por 2 min. Em seguida, os espécimes foram imersos em uma solução reveladora (Kodak – developer D-76 – kodak, Brasileira, São José dos Campos, SP, Brasil) e expostos à iluminação fluorescente direta por 8 horas.

Após este tempo, as amostras foram lavadas abundantemente em água corrente por 2 min. Posteriormente foram fixadas em uma base metálica (*stub*) e polidas sequencialmente com lixas de carbetto de silício # 600, 1200, 1500, 2000, 2500, e 4000 sob

irrigação constante. Entre cada granulação de lixa, foram lavadas em água destilada por 10 min para remoção de detritos.

Após o término do polimento, os espécimes foram mantidos em recipientes contendo sílica coloidal por 48 h e desidratados em ambiente contendo sílica e cobertos com liga metálica ouro/paládio (MED 010, Balzers Union, Balzers, Liechtenstein). Quatro pontos das interfaces foram observados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) no modo de elétrons retroespalhados a 15 kV (VEGA 3 TESCAM, Shimadzu, Tóquio, Japão), e posteriormente foram analisadas quantitativamente com o auxílio do software ImageJ (National Institute of Health (NIH), Bethesda, Maryland, EUA).

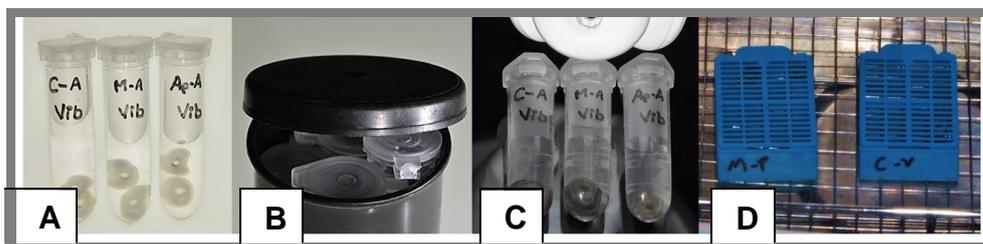


Figura 10: A- *Eppendorfs* contendo as fatias submersos em nitrato de prata; B- *Eppendorfs* armazenados em um recipiente escuro fechado; C- *Eppendorfs* contendo as fatias submersas em solução reveladora expostos à iluminação fluorescente direta; D- Fatias após lavagem na cuba ultrassônica

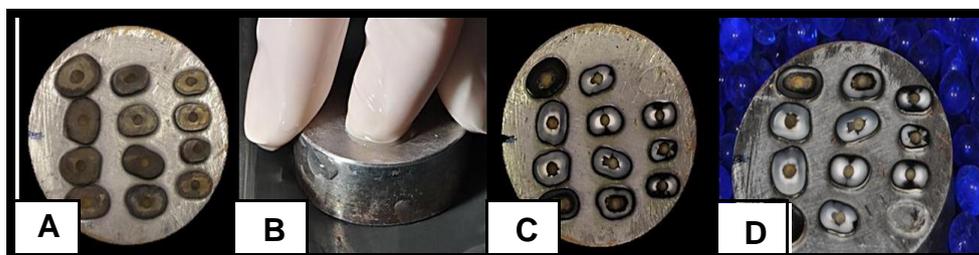


Figura 11: A- Fatias coladas na base metálica previamente ao polimento; B- Polimento feito na superfície das fatias sobre a lixa com refrigeração; C- Aspecto após o polimento; D- Armazenamento das fatias na base metálica na sílica.



Figura 12: Aspecto metalizado com ouro das fatias previamente a serem submetidos ao MEV.

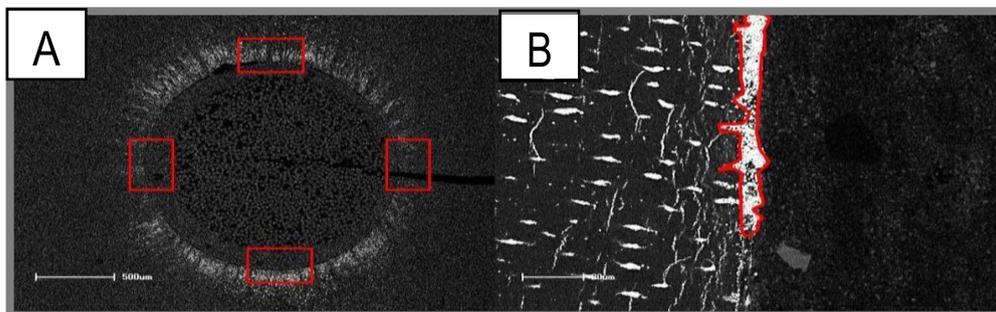


Figura 13: **A-** Fotomicrografia de MEV do pino; **B-** Fotomicrografia da camada híbrida de um dos lados do pino para avaliação da quantidade de nitrato de prata infiltrada.

Análise do grau de conversão (GC) *in situ* por espectroscopia micro-Raman.

As fatias obtidas de uma raiz de cada grupo experimental foram usadas para avaliação do grau de conversão *in situ* na camada híbrida por espectroscopia micro-Raman.

As fatias foram polidas com lixas de SiC de granulação de #1500 e #2000. Estas foram limpas em cuba ultra-sônica por 10 min e analisados em um equipamento micro-Raman (microscópio XploRA

ONETM Raman, HORIBA Scientific, New Jersey, NY, EUA), que foi primeiro calibrado para zero usando uma amostra de silício. As amostras foram analisadas utilizando um *laser* de diodo de 639 nm através de uma objetiva de 100 X. O sinal de Raman foi adquirido utilizando uma grade de 600-linhas/mm entre 500 e 1800 cm^{-1} , foram utilizados parâmetros a 100 mW, resolução espacial de 3 μm , resolução espectral 5 cm^{-1} , tempo de acumulação de 30 s com 5 coadições. Os espectros foram obtidos na interface dentina-adesivo, em três locais aleatórios (por cada fatia) dentro da camada híbrida, na dentina intertubular. Espectros de adesivos não fotopolimerizados foram tomados como referências. A proporção do conteúdo de ligação dupla ligação carbônica do monômero que foi convertida em polímero no adesivo, foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: GC (%) = $(1 - [R \text{ polimerizado} / R \text{ não polimerizado}]) \times 100$, em que 'R' é a relação da intensidade de picos alifáticos (1639 cm^{-1}) e aromáticos (1609 cm^{-1}) em adesivos polimerizados e não polimerizados.

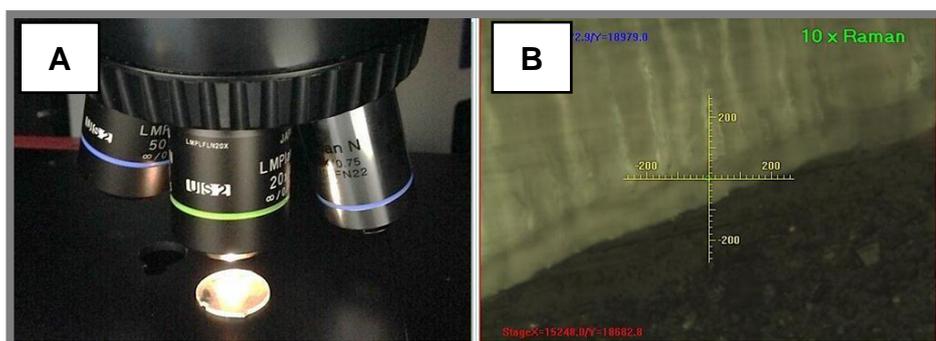


Figura 14: **A-** Fatia analisada por espectroscopia micro-Raman através de um laser de Neônio; **B-** Leitura realizada apenas da camada híbrida.

Análise Estatística

Foi realizada uma média aritmética para os valores obtidos para cada raiz. Depois foi verificada a normalidade (Teste de Kolmogorov-Smirnov) e determinado a igualdade das variâncias (Teste de Bartlett). Depois, os dados foram analisados por ANOVA 3 (para seguintes fatores independentes: sistema adesivo, estratégia adesiva e terço radicular) e pós Teste de Tukey para comparação das médias ($\alpha=0,05$). Todos os cálculos foram realizados com o programa estatístico SPSS® (Statistical Package for the Social Science) versão 17.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA).

ANEXO 2: PARECER DO CÔMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito do sistema de polimerização do adesivo, cimentos autoadesivos contendo diferentes monômeros funcionais e diferentes biovidros, na adesão à dentina radicular.

Pesquisador: Viviane Hass

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 80337717.9.0000.5084

Instituição Proponente: Centro Universitário do Maranhão - UNICEUMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.408.873

Apresentação do Projeto:

Esse projeto de pesquisa engloba 3 estudos conforme os objetivos. Após submissão e aprovação pelo Comitê de Ética do UNICEUMA serão utilizados 138 pré-molares humanos uniradiculares livres de cárie, extraídos por indicação odontológica, doados por pacientes. Esses dentes tiveram sua coroa removida por um disco de corte diamantado sob refrigeração. Esses dentes então, receberam tratamento endodôntico, desobturação permanecendo 4 mm apicais de obturação com guta percha, e então o conduto radicular preparado para protocolo de cimentação de pino de fibra de vidro. Após isso, os dentes foram aleatorizados conforme os 3 estudos propostos nesse projeto. Estudo 1-o protocolo adesivo será realizado utilizando os sistemas adesivos universais Single Bond Universal (3M ESPE), Ambar Universal (FGM), Ambar APS (FGM) conforme recomendações do fabricante. Todos o adesivos serão aplicados nas estratégias convencional e autocondicionante. Assim, resultando em 6 grupos experimentais (n=10). Depois, serão cimentados os pinos de fibra de vidro com cimentos dos respectivos fabricantes. Estudo 2-serão utilizados cimentos autoadesivos para cimentação de pinos, totalizando 4 grupos experimentais (Controle

Endereço: DOS CASTANHEIROS
Bairro: JARDIM RENASCENÇA
UF: MA **Município:** SAO LUIS **CEP:** 65.075-120
Telefone: (98)3214-4212 **E-mail:** cep@unuma.br

ANEXO 3: NORMAS DA REVISTA JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY

Lista de verificação para submissão inicial

- Carta de submissão
- Conflito de interesses e declaração financeira, se aplicável
- Permissão para reprodução de materiais previamente publicados, se aplicável
- O consentimento informado para fotografias de pacientes, se aplicável
- Um manuscrito em formato Microsoft Word que contém:
 1. Página de título
 2. Abstrato
 3. Texto principal, (o próprio artigo)
 4. Referências bibliográficas
 5. Tabelas - Lendas de ilustrações, e
 6. Figuras em formato TIFF

Comprimento de Manuscritos

Comprimento do manuscrito depende do tipo. Artigos de pesquisa e ciência clínicos gerais não deve exceder 10 a 12 páginas, escritos em espaço duplo (excluindo referências, legendas e tabelas). Relatórios Clínicos e Técnicas Dentárias não deve exceder 4 a 5 páginas, e conselhos dos nossos leitores não deve exceder 1 a 2 páginas. O comprimento varia de revisões sistemáticas.

Número de Autores

O número de autores é limitado a 4, inclusão de mais de 4 deve ser justificada na carta de submissão. (Contribuição de cada autor deve ser anotado). Caso contrário, autores acima de 4 serão listados nos agradecimentos.

Formatação Geral

Todas as submissões devem ser enviadas através do sistema de EES em Microsoft Word ou num formato compatível com Microsoft Word usando páginas de 8.5 X 11 polegadas em tamanho. As seguintes especificações deve ser seguido:

- Times Roman, 12 pt
- Espaço duplo
- Justificado à esquerda
- Margens de 1 polegada (2,5cm) em todos os lados da página
- Tabulação de meia polegada (1,25cm)
- Cabeçalhos/rodapés deve ser livre de números de páginas ou qualquer outra informação
- Referências; não deve ser numerados automaticamente (formatado).
- Defina a linguagem em MS Word para Inglês (EUA).

Tipos de artigo

Os artigos são classificados da seguinte maneira: Relatório de Pesquisa/Casos Clínicos, Relatório Clínico, Técnica Dentária, Revisão Sistemática, ou Conselhos dos Nossos Leitores. Seções

necessárias para cada tipo de artigo são listados na ordem em que devem ser apresentados.

RELATÓRIO DE PESQUISA/ESTUDO CLÍNICO

O relatório da pesquisa não deve ser mais de 10-12 páginas digitadas em espaço duplo e deve ser acompanhado por não mais de 12 ilustrações de alta qualidade. Evite o uso de forma de esboço (ou seja enumerações e/ou frases ou parágrafos com marcadores). O texto deve ser escrito em frases completas e em forma de parágrafo.

- **Abstract (Abstrato):** (aproximadamente 250 palavras): Crie um resumo estruturado com os seguintes subseções: Statement of the Problem (Declaração do Problema), Objective (Objetivo), Materials and Methods (Métodos e Materiais), Results (Resultados) e Conclusions (Conclusões). O abstrato deve conter detalhes suficientes para descrever o experimento e os variáveis do projeto. O tamanho da amostra, os controles, o método de medição, standardização, confiabilidade examinador, e método estatístico utilizado com nível de significância associado deve ser descritos na seção de Materiais e Métodos. Valores reais devem ser fornecido na seção de Resultados.

- **Clinical Implications (Implicações Clínicas):** Em 2-4 frases, descreva o impacto dos resultados do estudo sobre prática clínica.

- **Introduction (Introdução):** Explique o problema completamente com precisão. Resuma a literatura relevante, e identifique qualquer viés em estudos anteriores. Declare claramente o objetivo do estudo e a hipótese da pesquisa no final da introdução. Observe que, numa profunda revisão da literatura, a maioria das referências (se não todas) devem ser citadas na seção Materiais e Métodos e/ou na Introdução.

- **Materials and Methods (Materiais e Métodos):** No parágrafo inicial, forneça uma visão geral do experimento. Forneça informações completas de todos os produtos de fabricação e instrumentos utilizados, entre parênteses ou em uma tabela. Descreva o que foi medido, como foi medido, e as unidades de medida utilizadas. Liste os critérios para julgamento quantitativo. Descreva o designo experimental e variáveis, incluindo critérios definidos para controlar variáveis, standardizar os testes, a alocação de espécimes/sujeitos a grupos (método de randomização), o tamanho total da amostra, controles, calibração dos examinadores, e confiabilidade de instrumentos e examinadores. Descreva como o tamanho das amostras foi determinada (por exemplo, com a análise de força (power analysis)). Evite o uso de números para identificar grupos. Em vez, use abreviações ou códigos que claramente indicaram as características do grupo e assim, os grupos serão mais significativo para o leitor. Os testes estatísticos e níveis de significância associado devem ser descrito no final desta seção.

- **Results (Resultados):** Descreva com precisão e brevemente, na mesma ordem que os testes foram descritos na seção de Materiais e Métodos. Para uma listagem extensa, os dados poderão ser apresentados em forma tabular ou forma gráfica para ajudar o leitor.

Para 1-way ANOVA apresente df, e valores de F e P nas áreas apropriada no texto. Para todas as outras ANOVAs, de acordo com as orientações, forneça a tabela ANOVA. Descreva os resultados e as tendências mais significativas. Texto, tabelas e figuras não devem repetir ao outro. Resultados notados como significativos devem ser validados por dados atuais e valores P.

- **Discussion (Discussão):** Discuta os resultados do estudo, em relação à hipótese e a relevante literatura. A discussão deve começar por explicar se sim ou não há suporte a rejeitar a hipótese nula. Se os resultados não concordam com outros estudos e/ou com opiniões aceitas, declare como, e porquê os resultados são diferentes. Resultados concordantes com outros estudos também devem ser declarados. Identifique as limitações do seu estudo e sugere pesquisas futuras.

- **Conclusion (Conclusão):** Liste concisamente conclusões da pesquisa que possam ser retiradas do seu estudo, não simplesmente reafirmar os resultados. As conclusões devem ser pertinentes aos objetivos e justificado pelos dados. Na maioria das situações, as conclusões são só verdade para a população do experimento. Todas as conclusões devem ser acompanhadas por análises estatísticas

- **References (Referências):** Consulte a página 9 para obter mais orientações, página 22 para amostras.

- **Tables (Tabelas):** Construir tabelas de acordo com as orientações na página 11.

- **Legends for Illustrations (Legendas para as Ilustrações):** Descreva de forma concisa cada ilustração sem diretamente duplicar o texto.

Instruções de Formato

ARRANJO da PRIMEIRA PÁGINA – Página Título (Title Page)

Por favor, veja o exemplo da página título no Apêndice I (página 19).

- **Título:** O título deve definir a ideia do estudo, o conteúdo do estudo, e significado clínico. Utilize letra maiúscula apenas na primeira letra da primeira palavra. Não sublinhar o título. Abreviaturas ou nomes comerciais não deve ser usado no título. Palavras como 'new', 'novel', ou 'simple' não são recomendados para o título.

- **Autores:** Diretamente sobre o título, escreva os nomes e títulos dos autores. Liste somente os graus acadêmicos. Por favor não use denominações de associações.

- **Instituições:** Diretamente sobre os nomes dos autores, escreva a afiliação institucional e as cidades, estados ou países (se não os Estados Unidos) em que estas instituições são localizadas. Se necessário, inclua a tradução do nome da instituição. Se os autores não são afiliados com uma instituição, por favor, liste a cidade, estado ou país (se não os Estados Unidos), em que os autores vivem.

- **Apresentação/informações de suporte financeiro e títulos:** Se a pesquisa foi apresentada antes numa reunião, escreva o nome da organização, o local, e data da reunião. Se o trabalho foi apoiado por uma bolsa de estudo ou qualquer outro tipo de financiamento, forneça o nome da organização de suporte e o número de concessão. Liste

os títulos acadêmicos (por exemplo, Assistant Professor) e afiliações departamental de todos os autores.

- **Informações de contato:** Liste o endereço para correspondência, telefone comercial, número de fax, e e-mail do autor onde receberá a correspondência.

ABSTRATO

- O abstrato deve ser escrito numa página separada do texto principal.
- O abstrato não deve incluir abreviaturas ou informações de fabricação.

TEXTO PRINCIPAL

Cabeçalhos

- Os cabeçalhos devem contribuir a clareza do artigo e mudança de uma seção para outra (por exemplo, da discussão para conclusões).
- O uso de subtítulos podem ser apropriados para seção de Materiais e Métodos, mas é geralmente desencorajado nos Resultados e Discussão.

- Todos os cabeçalhos devem ser alinhados com a margem esquerda. Cabeçalhos principais (por exemplo, "MATERIALS AND METHODS") devem ser escrito em letras maiúsculas, subtítulos (por exemplo, "Specimen preparation" deve ser escrito com a primeira letra maiúscula e o restante da frase em letras minúsculas.)

Informações de identificação de produto e sua manufatura

- Descreva produtos em termos genéricos. Imediatamente após a palavra, forneça as seguintes informações em parênteses: nome do produto e do fabricante; por exemplo: "The impression was poured in Type IV stone (Denstone; Heraeus Kulzer) and related to each other with a fastsetting vinyl polysiloxane occlusal registration material (Correct VPS Bite Registration; Jeneric/Pentron, Inc)." Por favor, note que há um ponto e vírgula após o nome do produto. Nós já não exigimos a cidade e estado/País para cada fabricante que esta informação muda com tempo e é fácil de encontrar na rede.

- Não use símbolos de marca registrada, não são consistentes com estilo do Jornal.

- Use nomes de medicamentos genéricos; os nomes comerciais podem ser mencionados em parênteses na primeira menção.

Abreviaturas

- Se abreviaturas foram utilizadas, forneça a forma expandida na primeira menção e abreviar daí em diante, por exemplo, "fixed dental prosthesis (FDP)"

Referências

Referências aceitáveis e a sua colocação no documento

- A maioria das referências, se não todas, devem ser citada na introdução e/ou na seção de Materiais e Métodos. Apenas aquelas referências que foram citadas anteriormente ou que se relacionam diretamente aos resultados do estudo podem ser citados na discussão.

- Só os artigos publicados que foram revisados por pares podem ser usado como referência. Manuscritos em preparação, manuscritos

submetidos para consideração e teses não publicadas não são referências aceitáveis.

- Os abstratos são considerados observações não publicadas e não são permitidos como referência a não ser que estudos de acompanhamento foram publicados em revistas revisadas por pares.

- **A referência de publicações em língua estrangeira devem ser mantidas a um mínimo (não mais que 3). Estas referências são permitidas apenas quando o artigo original foi traduzido para Inglês.** O título traduzido deve ser citado e a língua original deve ser mencionada entre parênteses na citação ao final.

- Referências de livros didáticos devem ser mantidas a um mínimo; livros didáticos muitas vezes refletem as opiniões dos seus autores e/ou editores. Quando necessário, as edições mais recentes dos livros didáticos devem ser utilizadas de preferência. Periódicos baseados em evidência científica são preferidos.

Formatação de Referências

- As referências devem ser identificadas no corpo do artigo, com números arábicos sobrescritos. O número da referência deve ser posto após o período no final da frase.

- A lista das referências completa deve ser em espaço duplo e em ordem numérica, deve seguir a seção de conclusões mas começar numa página separada. Apenas as referências citadas no texto devem aparecer na lista das referências.
- Formatação das referências devem acordar com o estilo **Vancouver**, conforme estabelecido no "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47).

- As referências devem ser numeradas manualmente.

- Liste até seis autores. Se houver sete ou mais, após o sexto nome, adicione et al.

- Nome do jornal será abreviado de acordo **com Cumulative Index Medicus**. Uma lista completa de abreviaturas está disponível através do site do PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>

- Formato para artigos: forneça os sobrenomes e iniciais de todos os autores, o título do artigo, o nome do periódico; e, o ano, volume e números das página de publicação. Não utilize itálico, letras realçadas ou sublinhadas para qualquer parte da referência. Coloque um período após os iniciais do último autor, após o título do artigo, e no final da referência. Coloque um ponto e vírgula após o ano de publicação e uma vírgula após o volume. Números de emissão não são usado em estilo **Vancouver**.

Exemplo: Jones ER, Smith IM, Doe JQ. Uses of acrylic resin. J Prosthet Dent 1985; 53:120-9.

- Referências dos livros: A edição mais atual deve ser citada. Forneça os nomes e iniciais de todos os autores/editores, o título do livro, a cidade de publicação, a editora, o ano de publicação e os números das página consultadas. Não use itálico, letras realçadas ou sublinhadas para qualquer parte da referência.

Exemplo: Zarb GA, Carlsson GE, Bolender CL. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 11th ed. St. Louis: Mosby; 1997. p. 112-23. .

IMPORTANTE As referências não devem ser submetidas em Endnote ou de qualquer outro software bibliográfico. Essa formatação não pode ser editado pela Oficina Editorial ou revisores, e devem ser suprimidos ou removidos do manuscrito antes de sua submissão. As referências nem devem ser numerados automaticamente.

TABELAS

- As tabelas devem complementar, e não duplicar, o texto.
- Todas as tabelas devem ser postas no final do manuscrito, após a lista de referências e antes das Legendas. Deve haver apenas uma tabela por página. Omite linhas horizontais e verticais. Omite qualquer sombreado ou cor.
- Não liste as tabelas em partes (por exemplo, Tables Ia, Ib, etc.) Cada tabela deve ter o seu próprio número. Numerar cada tabela na ordem em que são mencionadas no texto.
- Forneça uma legenda concisa que descreve o conteúdo da tabela. Crie nomes para cabeçalhos e coluna descritivos. Dentro de colunas, alinhar os dados de tal forma que os pontos decimais estão numa linha reta. Use pontos decimais (períodos), e não vírgulas, para marcar lugares passado o número inteiro (por exemplo, 3.5 em vez de 3,5).
- Numa linha de baixo da tabela, defina qualquer abreviaturas utilizadas na tabela.
- Se uma tabela (ou qualquer dado dentro dela) foi publicado anteriormente; dê todo o crédito ao autor original no rodapé. Se necessário, obtenha permissão para reimprimir a tabela do autor /editor.
- As tabelas devem ser submetidas em Microsoft Word ou formato compatível. Microsoft Word é preferido. Se uma tabela foi criada em Excel, deve ser importados para um dos formatos referidos acima antes de submissão.

SUBMISSÃO DE IMAGENS ELETRÔNICAS

Tipo de Arquivo

Todas as figuras devem ser enviadas arquivadas em Tagged Image File Format (TIFF). As figuras não devem ser submetidos com Microsoft Word, Corel Draw, Harvard Graphics, PowerPoint, ou outros formatos de software de apresentação. Desenhos ou outros trabalhos de arte são melhores submetidos no formato original como EPS (Encapsulated PostScript), Adobe Illustrator, InDesign, etc. **Antes de submissão, deve ser guardado como um .TIFF.**

Especificações do Arquivo da Imagem

Dimensões da figura deve ser ao mínimo de 4 x 6 polegadas (10X 15 cm).

Todas as figuras devem ser do mesmo tamanho (o mesmo tamanho físico), a não ser que o tipo da imagem proíbe ser do mesmo tamanho

das outras figuras dentro do manuscrito, como no caso duma radiografia panorâmica ou radiografias peri-apical, imagens SEM, ou gráficos e capturas de tela. Não marque nos rostos das figuras com letras ou números para indicar a ordem em que as figuras devem aparecer; tais legendas serão postas durante o processo de publicação.

Resolução

As fotos devem ser de qualidade profissional e de alta resolução. A seguir estão as orientações de resolução:

- Fotografias em preto-e-branco ou a cores devem ser criados e guardados no mínimo de 300 pontos por polegada (dpi). (Note: Uma imagem de 4X6 polegadas com uma resolução de 300 dpi será aproximadamente 6 megabytes. Uma figura de menos de 300 dpi não deve ser aumentada artificialmente a 300 dpi, a qualidade e resolução resultante será pobre.
- Desenhos de linhas devem ser criados e guardado em 1200 dpi.
- Um trabalho artístico em combinação (uma ilustração que contem ambas fotografias e desenho de linha) deve ser criado e guardado em 600-1000 dpi.
- Claridade, contraste, e a qualidade deve ser uniforme entre as partes de uma figura multiparte, e entre todas as figuras dentro do manuscrito.
- Figuras compostas (várias imagens combinadas em um único composição) não são aceitáveis. Cada parte da imagem deve ser 4 x 6 polegadas, com 300 dpi.
- O fundo da imagem deve ser uniforme, sem textura, azul médio quando possível.

Texto dentro de imagens

Se texto é para aparecer dentro duma figura, versões marcadas e não marcadas devem ser fornecida. O texto que aparece nas versões marcadas devem ser em fonte Ariel e ao mínimo 10 pt em tamanho. O texto deve ser dimensionado para facilitar legibilidade, se a figura é reduzida para produção no Jornal. As letras devem ser em proporção com desenho, gráfico ou fotografia. O tamanho de fonte deve ser consistente entre cada figura, e para todas as figuras. Note que os títulos e subtítulos não devem aparecer no arquivo de figura, mas serão fornecidas no texto manuscrito (ver Legendas de Figuras, abaixo). Se uma chave para uma ilustração requer obras de arte (linhas de tela, pontos, símbolos especiais), a chave deve ser incorporada no desenho, em vez de ser incluída na legenda. Todos os símbolos devam ser feitos profissionalmente, devem ser visível contra o fundo da imagem, e ser de proporção legível se a ilustração é reduzida para publicação. Todas as fotografias de imagens de microscópicas devem ter uma barra de medida e unidade de medida na imagem.

Figuras em Cor

Ilustrações coloridas podem ser submetidas quando o seu uso aumenta consideravelmente o valor do manuscrito. O editor tem a autoridade final para determinar se as ilustrações coloridas fornecem

uma apresentação mais eficaz. Geralmente, um máximo de 8 figuras são aceites para um relatório clínico e artigos de técnica dentária, e 2 figuras são aceites para conselhos para nossos leitores. Mas, o Editor pode aprovar a publicação de figuras adicionais, se elas contribuem significativamente para o manuscrito.

Figuras clínicas devem ser de cor equilibrada. Imagens coloridas devem ser em CMYK (Ciano/Magenta/Amarelo/Preto) formato de cor invés de RGB formato de cor (vermelho/verde/azul).

Gráficos

Os gráficos devem ser numerados como figuras e o enchimento nos gráficos de barras deve ser distinto e sólidos; sombreamento e desenhos devem ser evitados. Linhas grossas e sólidas devem ser usadas e em letras realçadas e sólidas. **Fonte Times New Roman** é o preferido. Coloque letras num fundo branco e evite o reverso (letras brancas sobre um fundo escuro). **Imagens de 1200 dpi devem ser fornecidas, se forem preto e branco.**

A Journal reserva o direito de uniformizar o formato dos gráficos e tabelas.

Nomeação de Arquivos

Cada figura deve ser numerada de acordo com a sua posição no texto (Figure 1, Figure 2, e assim), usando algarismos arábicos. Os arquivos das imagens electrónicas devem ser nomeados de modo que o número da figura e formato pode ser facilmente identificado. Por exemplo, figura 1 no formato TIFF deve ser nomeado fig1.tif. Figuras com várias componentes devem ser claramente identificáveis pelos nomes de arquivo: Figura 1A, Fig 1B, Fig 1C, etc.

No artigo, referência claramente cada ilustração, incluindo o seu número entre parênteses no final da frase apropriada antes de fechar pontuação. Por exemplo: " The sutures were removed after 3 weeks (Fig. 4)."

Legendas de Figuras

As legendas das figuras devem aparecer no texto do manuscrito numa página separada após as Referências e Tabelas e referências devem aparecer sobre o título "Legends". O estilo do Journal requer que os artigos (a, an, e the) são omitidos nas legendas de figuras e tabelas. Se uma ilustração é tirada de material já publicado, a legenda deve dar todo o crédito a autor original (consulte Permissões).

Os autores são obrigados a revelar se ilustrações foram modificados em qualquer forma.

PERMISSÕES

- Todo o material citado deve ser claramente marcado com aspas e uma referência numérica. Se mais de 5 linhas são citados, uma carta de autorização deve ser obtida do autor e editor do material citado.
- Todos os manuscritos são submetidos para um software que identifica semelhanças entre o manuscrito submetidos e trabalhos anteriormente publicados.

- Se as citações são mais do que um parágrafo de comprimento, abra aspas no início de cada parágrafo e feche aspas perto apenas no último parágrafo.
- Escreva todo o material citado exatamente como aparece na publicação original, sem alterações em ortografia ou pontuação. Indique o material omitido numa citação com reticências (três pontos) para omissão de material dentro de uma frase, 4 pontos para o material omitido após o fim de uma frase.
- As fotografias que incluem os olhos de um paciente, o paciente deve assinar um consentimento autorizando o uso de sua foto no Jornal. Se tal permissão não foi obtida, os olhos serão bloqueados com barras pretas na publicação.
- As ilustrações que são reimpressas ou emprestadas de outros artigos ou livros publicados não podem ser utilizadas sem a permissão do autor original e editor. O autor do manuscrito deve garantir essa permissão e enviá-la para revisão. Na legenda da ilustração, forneça a citação completa da fonte original entre parênteses.

APÊNDICE II- AMOSTRA DA PÁGINA DE REFERÊNCIAS

REFERENCES

1. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2007;98:389-404.
2. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999;20:1-25.
3. Sailer I, Ehler A, Ilser G, Gauckler LJ, Luthy H, Merkle H. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007;20:383-8.
4. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
5. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials*. 12th ed. St. Louis: Elsevier; 2006. p. 450-62.
6. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics*. 4th ed. St. Louis: Elsevier; 2006. p. 431-65.
7. Drummond JL. Ceramic behavior under different environmental and loading conditions. In: Eliades G, Eliades T, Brantley WA, Watts DC, editors. *Dental materials in vivo: aging and related phenomena*. Chicago: Quintessence; 2003. p. 35-45.
8. International Organization for Standardization. ISO-7785-2. Dental handpieces – Part 2: straight and geared angle handpieces. Geneva: ISO; 1995. Available at: <http://www.iso.org/iso/store.htm>
9. American National Standards Institute/American Dental Association. ANSI/ADA Specification No. 69. Dental ceramic: 1999. Chicago: American Dental Association; 1999. Available at: http://www.ada.org/prof/resources/standards/products_specifications.asp
10. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). *Colorimetry - technical report*. CIE Pub. No. 15, 3rd ed. Vienna: Bureau Central de la CIE; 2004.

LEGENDS

Fig. 1. Device that simulated mandible with 2 implants and ball abutments. Vise clamping implant blocks at predetermined angulation; note angled blocks.

Fig. 2. Aluminum split mold overdenture analog, showing single spherical attachment embedded in acrylic resin in one of its receptacles.

Fig. 3. Graph showing retention values (peak loads), above x axis; and insertion values (valley loads), below x axis. A, Maximum retention load (N). B, Minimum retention load (N). C, Maximum insertion load (N). D, Minimum insertion load (N).

Fig. 4. Peak retentive load (N) as function of cycle number.

Fig. 5. Scanning electron microscope image ($\times 100$ magnification) of Preci Clix attachments after cyclic testing. A, Group 0-0: Note even, circumferential, light wear. B, Group 15-15: Note permanent deformation on lateral aspect of plastic insert, uneven wear.

